MEDEDEELINGEN VAN DE
LANDBOUWHOOGESCHOOL.

MEDEDEELINGEN

VAN DE

LANDBOUWHOOGESCHOOL

EN VAN DE DAARAAN VERBONDEN INSTITUTEN,

ONDER REDACTIE VAN
DEN SENAAT
DEZER INRICHTING.

SECRETARIS DER REDACTIE:
PROF. DR. J. RITZEMA BOS.

DEEL XVII.

H. VEENMAN — WAGENINGEN — 1920.

DRUK: H. VEENMAN - WAGENINGEN

INHOUD

DE MOZAIEKZIEKTE VAN DE SOLANACEEËN HARE VERWANTSCHAP MET DE PHLOEEMNECROSE EN HARE BETEEKENIS VOOR DE AARDAPPELCULTUUR

DOOR

H. M. QUANJER, J. C DORST, M. D. DIJT EN A. W. v. D. HAAR

REFERENT, WAGENINGEN · LEEUWARDEN LEIDEN UTRECHT

NEDERLANDSCHE BEWERKING VAN IN AMERIKA GEHOUDEN VOORDRACHTEN.

VIERDE BIJDRAGE TOT EEN MONOGRAPHIE DER AARDAPPELZIEKTEN VAN NEDERLAND.

INHOUD.

INLEIDING; MEDEWERKERS.

De studiën, waarover in dit artikel verslag wordt uitgebracht, hebben mij ruim tien jaar beziggehouden en zij zijn nog lang niet af. Voor één vraag die werd opgelost, komen er tien andere terug. Meer en meer verplaatst zich het terrein van de pathologie naar de physiologie. Dat ik ondanks het gebrekkige en onvolledige van het tot nog toe verrichtte werk er verslag over uitbreng, heeft niet alleen de bedoeling de enkele nieuwe gezichtspunten, die het heeft opgeleverd, meer bekend te maken, maar vooral ook aan te toonen, hoeveel werk er op dit terrein nog behoort te worden verricht.

Bij het onderzoek van de „krulziekte" der aardappelplant, bleek al spoedig, dat er onder dien ouden naam twee ziekten samengevat waren, de „bladrolziekte" en de eigenlijke „krulziekte", door mij ook wel als welvingsziekte aangeduid. Over de eerste zijn een aantal nieuwe feiten in dit tijdschrift gepubliceerd (1913 en 1916), de tweede maakt het onderwerp der volgende bladzijden uit. Het is mij bij de studie dezer ziekte gebleken, dat het topbont of mozaiek, een verschijnsel, door mij reeds in 1909 beschreven en in de laatste jaren in wijder kringen bekend geworden, een zwakke vorm van de eigenlijke krulziekte is; voorts dat de mozaiekziekte van de eene Solanee op de andere overgaat, waardoor het zeer waarschijnlijk wordt, dat het topbont van de aardappelplant identiek is met de hier te Wageningen het eerst door ADOLF MAYER en BEYERINCK bestudeerde tabaksziekte (zie hoofdstuk IV).

In tal van opzichten heeft deze studie analogiën opgeleverd tusschen de mozaiekziekte en de bladrolziekte. Beide zijn besmettelijk en het is zeer waarschijnlijk, dat zij door uiterst kleine organismen worden veroorzaakt; men is er evenwel nog niet in geslaagd ze te zien of te kweeken. Slechts dit weten wij van deze Solaneeënziekten, dat de oorzaak van uit de zeefvaten haar schadelijke werking uitoefent, reden waarom ik ze met den naam „zeefvatenziekten" heb bestempeld.

Dit begrip „zeefvatenziekten" loopt als een roode draad door de geheele verhandeling heen; ik ben er van overtuigd, dat het tot kritiek aanleiding zal geven. Zoo was het ook met die andere gedachte, die ik in 1913 uitsprak: dat de „phloeemnecrose", de afsterving der zeefvaten in de bladrolzieke plant, de oorzaak dier ziekte zou zijn. Direct is daarop kritiek gekomen, die

gezegd heeft, dat de oorzaak der ziekte in de bladeren ligt en dat het afsterven der zeefvaten secundair is. Natuurlijk is het zeer gemakkelijk een dergelijke bewering uit te spreken; het heeft mij alleen maar verwonderd, dat zij nooit beter geargumenteerd werd. Men had kunnen vragen: waarom treedt secundaire phloeemnecrose eerst op wanneer, ongeveer een maand na het uitloopen der sterk bladrolzieke planten, de zeefvaten voor den afvoer der assimilaten uit de bladeren naar de knollen gaan functioneeren; wanneer toch de phloeemnecrose het primaire was, dan zou zij reeds in de kiemperiode, in den tijd dus dat de zeefvaten de voedingstoffen van de besmette knol naar de groeiende bladeren vervoeren, moeten optreden. Nu zij zoo laat zich openbaart, heeft het er allen schijn van, dat de primaire oorzaak in de verkleurende en rollende bladeren zit en dat het afsterven der zeefvaten een verschijnsel van atrophie is, gevolg daarvan, dat de zieke bladeren de assimilaten vasthouden. Maar hierop zou ik kunnen antwoorden, dat men dan eerst te bewijzen heeft, dat de zeefvaten werkelijk in de kiemperiode zoo'n belangrijke functie vervullen bij den toevoer van materiaal aan de uitloopende plant. Door TH. HARTIG (SACHS 1882) en later door A. FISCHER (1891) is aangetoond, dat de houtvaten tijdens het uitloopen van boomen voor den toevoer van organisch materiaal naar de zich ontwikkelende bladeren in gebruik genomen worden. STRASBURGER komt met betrekking tot den toevoer van voedingsstoften naar de zwellende zaden van Umbelliferen en Leguminosen tot een dergelijk resultaat. Wie dus niet alleen met beweringen, maar ook met nieuwe feiten de onjuistheid van mijn standpunt wil aantoonen, heeft hier een ruim veld van onderzoek.

Zoo is het nu ook gesteld met het denkbeeld om bladrol en mozaiek met enkele bij andere familiën voorkomende ziekten tot een rubriek zeefvatenziekten te brengen. Men kan zeggen, dat dit voor de bladrolziekte, die door zeefvaatnecrose is gekenmerkt, nog zou zijn toe te geven, evenwel niet voor mozaiek, daar de zeefvaten niet anders doen dan de smetstof geleiden. Terwijl ik voor de uitvoerige motiveering van mijn standpunt naar hoofdstuk V en VI verwijs, wil ik hier direct voorop stellen, dat het begrip „zeefvatenziekten" mij tot werkhypothese heeft gediend en dat ik de eerste zal zijn om de beteekenis ervan naar het historische te verwijzen wanneer anderen, door van deze ziekten de oorzaak te vinden, er iets beters voor in de plaats stellen.

Uit land- en tuinbouwkundig oogpunt is van belang, dat beide aardappelziekten in ons land en daarbuiten groote schade veroorzaken, niet alleen door haar directen invloed op de knolvorming maar bovendien omdat zij de vatbaarheid voor de Phytophthora-ziekte verhoogen. Wanneer men met den toestand in

de centra der cultuur van vroege en late soorten bekend is, en de schade, die in verschillende jaren nogal uiteenloopt, heeft leeren schatten krijgt men den indruk, dat een krachtige bestrijding een belanrijke vermeerdering van onzen tegenwoordig ongeveer 40.000.000 H.L. bedragende opbrengst zal ten gevolge hebben.

Om zulk een bestrijding geheel rationeel door te voeren zou het noodig zijn, dat wij alle infectiebronnen volledig kenden.

Door de werkzaamheid van OORTWYN BOTJES is over de verspreidingswijze dezer ziekten een der belangrijkste feiten bekend geworden, maar volledig is onze kennis hieromtrent nog niet. Naar mijne meening zal door het aanbrengen van verbeteringen in de veldkeuring op grond van wat thans bekend is, reeds veel kunnen worden bereikt. Tegelijk met de zeefvatenziekten zal door een rationeele keuring ook de Verticillium-ziekte, die in onze zandstreken, vooral in droge zomers, een te vroeg afsterven van het loof tengevolge heeft, worden tegengegaan."

Om hare groote economische beteekenis, die o.a. daarin gelegen is, dat zij vele goede aardappelsoorten uit de cultuur doet verdwijnen, voelen sommige landbouwkundigen zich tot de studie van deze ziekten aangetrokken. Behalve OORTWIJN BOTJES, die te gelijk met mij de resultaten van zijn onderzoek publiceert, kan ik noemen de Heeren W. C. V. D. MEER, W. B. L. VERHOEVEN en W. DE LANGE. Deze hebben een proef over pootgoedverwisseling genomen, die voor de kennis van de verspreidingswijze der mozaiekziekte van belang is. De Heeren J. C. DORST, M. D. DYT en A. N. H. MOUSTY hebben mij bij de uitvoering der proeven te Wageningen geholpen. De Heer DORST heeft verder verschillende gegevens in Friesland en Groningen verzameld, die de te Wageningen verkregen uitkomsten aanvullen. Verdere medewerkers zijn de Heeren C. STEVENS, Rijkslandbouwleeraar te Goes met de leeraren van den winterschool aldaar, wijlen den Heer J. A. V. D. BROEK en den Heer A. HOFSTRA alsmede den Heer I. P. V. D. WEELE, landbouwer te Colijnsplaat. Nog enkele andere Rijksland- en tuinbouwleeraren en practici, wier namen bij de door hen genomen proeven zullen worden genoemd, zijn mij nu en dan bij het werk behulpzaam geweest. Speciaal moge hier dank gebracht worden aan den Heer H. A. HANKEN, Directeur van den Wilhelminapolder voor zijn bereidwilligheid bij het afstaan van grond voor proefvelden. Ook dient nog opgemerkt, dat bij de studie der zeefvatenziekten zich een interessant chemisch physiologisch vraagstuk voordoet, waarop ik in het vijfde hoofdstuk terugkom. DR. A. W. VAN DER HAAR te Utrecht heeft een begin gemaakt met het onderzoek daarvan.

BESCHRIJVEND GEDEELTE.

I. Indeeling van krulziekte naar het habitusbeeld.

De „krulziekte" van de aardappelplant is veel langer bekend dan de Phytophthora-ziekte. Haar optreden in de 18de eeuw heeft tot tal van publicaties aanleiding gegeven, waarvoor hier

verwezen moge worden naar een studie van APPEL over de geschiedenis der aardappelziekten (1907). Men heeft haar in dien tijd zeer onvoldoende beschreven, zich zelfs tevreden gesteld met het aanduiden van den slechten stand van het gewas, dat van de aanwezigheid van een groot aantal krulzieke planten het gevolg was, als „ontaarding"; ik kom daarop in een der volgende hoofdstukken terug. APPEL (1905) heeft uit het complex van verschijnselen, dat men als krulziekte samenvatte, er een naar voren gehaald: de bladrolziekte. Deze plaag heeft sedert zoozeer de aandacht van tal van phytopathologen getrokken, dat er een uitvoerige Duitsche literatuur over verscheen. De lezing daarvan is zeer teleurstellend, ook voor APPEL zelf, die in 1918 schrijft: „während also bei uns die Ursachen der Blattrollkrankheit nicht erforscht worden sind, hat man in Holland versucht die Frage zu lösen."

Met de resultaten dier Nederlandsche onderzoekingen over bladrol, welke in dit tijdschrift zijn gepubliceerd in 1916, zal ik hier nog herhaaldelijk vergelijkingen maken. In de eerste plaats dien ik even het uitwendig beeld der bladrolziekte, geïllustreerd door Pl. I, fig. 3 en 4, in herinnering te roepen.

Bij primair aangetaste planten rolling en opwaartsche stand der blaadjes, welke zich meestal eerst eind Juli of Augustus en September vertoont in de toppen der stengels. Het uit den knol zieke of secundair zieke nageslacht vertoont de rolling en de opwaartsche stand bij de aanvankelijk gezond uitziende bladeren reeds in Juni en hier is de rolling bij de onderste bladeren het sterkst. De gerolde blaadjes zijn bij vele soorten peperhuisvormig, stijf en bros, staan steil omhoog, hebben iets blikachtigs. Al naar de soort meer of minder sterke, van den top of de randen af voorschrijdende gele verkleuring der blaadjes, bij sommige soorten gevolgd door een roode of paarse tint; vervolgens zwarte vlekjes (Pl. I, fig. 3 soort Paul Krüger, fig. 4 soort Bravo). De secundair zieke planten blijven klein en produceeren slechts kleine knollen. Vroeg optredende primaire ziekte kan tot onder in de plant voortloopen en op secundaire ziekte gaan gelijken.

Toen de bladrolziekte uit het oude begrip krulziekte was afgescheiden, bleef het verschijnsel over, dat APPEL met den naam „echte Kräuselkrankheit", aanduidde; de Amerikaansche onderzoekers spreken van „curly dwarf". Zelf heb ik in een voor de veldkeuring geschreven brochure (1918) de naam „welvingsziekte" ingevoerd. In 1916 werd deze ziekte door mij als volgt gekarakteriseerd.

Verkorting van de middennerf, gepaard met sterke golving van den bladrand, soms ook benedenwaartsche ombuiging van de middennerf en verkorting vooral van de bovenste stengelleden. De planten gaan eenigszins op boerenkool gelijken.

Reeds voor 10 jaar, toen ik met de studie der krulziekte begon,

merkte ik bij tal van aardappelsoorten nog een derde verschijnsel op, dat ik aanvankelijk met den naam „topbont" aanduidde. Later bleek mij, dat het in Amerika onder den naam „mozaiek" zeer algemeen is (ORTON 1914), terwijl het ook in Denemarken voorkomt (LIND en ROSTRUP 1916).

De volgende beschrijving werd door mij in 1916 hiervan gegeven:

Geelgroene plekjes treden op 't blad op, meestal het sterkst in de bovenste bladeren, zonder dat zij zoo bleek en zoo scherp begrensd zijn als bij de echte bontheid van vele sierplanten (die soms ook bij aardappels optreedt). Dikwijls is de bladrand gegolfd.

De eerste afbeelding van dit verschijnsel, welke ik in 1916 liet vervaardigen, vindt men op Pl. I fig. 1, met een gezond blad ter vergelijking: fig. 2; terwijl in fig. 41 van Pl. VIII de beschadiging door wantsen (Lygus spec.) is weergegeven, die met het topbont zou kunnen worden verward. Men treft de laatstgenoemde beschadiging dikwijls aan bij aardappelplanten, die in de buurt van houtgewas of grasland groeien. Zij is gekenmerkt door gele later bruin wordende vlekjes en gaatjes, die vooral de jonge blaadjes in hun groei belemmeren.

Pas in het jaar 1918 werd het mij duidelijk, dat mozaiek en welving twee stadiën zijn van dezelfde ziekte. Dit zal nader blijken in het tweede hoofdstuk uit de meer uitvoerige beschrijving van verschillende aangetaste aardappelsoorten, terwijl in het derde hoofdstuk voor de identiteit de proefondervindelijke bewijzen zullen worden gegeven.

II. Bontbladerigheid van aardappelplanten, niet behoorende tot de mozaiekziekte. Hoe mozaiek en welving als twee vormen van dezelfde ziekte zich voordoen bij de belangrijkste Nederlandsche aardappelsoorten.

Alvorens de mozaiekziekte de beschrijven, dien ik er de aandacht op te vestigen, dat er twee vormen van bontbladerigheid bij de aardappelplant voorkomen, welke niet behooren tot deze ziekte. Ten eerste een „albomarginate" variatie, welke bij verschillende soorten kan optreden. Precies als dit het geval is bij de albomarginate Pelargoniums, die ERWIN BAUR (1910) onderzocht heeft, vindt men bij deze aardappelplanten in 't midden der bladeren een kern van bladgroenhoudende cellen; daaromheen bevinden zich cellagen, welke het bladgroen missen. Naar den rand zijn minder bladgroenhoudende cellagen en meer bladgroenlooze lagen aanwezig. Het midden van het blad schijnt vrij normaal groen te zijn, dan komt een meer of minder ver naar binnen inspringende zone van een bleeker groen, terwijl

de rand wit of bleekgeel is. Bij sommige soorten (b.v. Eigenheimer, die geel vleesch heeft) is deze rand geel of geelgroen. Een blad van zulk een albomarginate varieteit is afgebeeld op Pl. V fig. 22. Bij transplantatieproeven is mij gebleken, dat dit verschijnsel, zooals zich liet verwachten, niet besmettelijk is. Wegens zijn gelijkenis met het bont van *Acer Negundo* heb ik het door „Acerbont" aangeduid.

Een tweede verschijnsel, niet behoorende tot de mozaiekziekte, doet denken aan het bont van *Aucuba japonica;* ik ben gewoon het om die reden als „Aucubabont" aan te duiden. Men ziet kleine, geelwitte, afgeronde vlekjes tusschen de fijnere nerven. Dikwijls liggen ze in complexen bij elkaar, nog juist even gescheiden door een fijn nerfje. Bij sommige soorten zijn er behalve deze geelwitte vlekjes ook geelgroene vlekjes van dezelfde gedaante. Afgebeeld is dit verschijnsel in fig. 25 Pl. V. Transplantatieproeven heb ik nog niet in voldoend aantal genomen om te kunnen beslissen of het besmettelijk is.

De eigenlijke mozaiekziekte doet zich op de volgende wijze voor. Enkele weken na de opkomst, wanneer de aardappelplanten den ontwikkelingstoestand bereikt hebben, waarbij ook de bladrolziekte zich gaat vertoonen, dus wanneer zich de eerste bladeren aan den stengel hebben ontplooid, is het oogenblik gekomen, waarop het begin van mozaiekziekte is te bespeuren. De vorm, welke zij aanneemt, is afhankelijk van de varieteit en het aantal zieke generaties, dat is voorafgegaan. Nieuwe infecties, de oorsprong waarvan eerst in een volgend hoofdstuk zal worden besproken, doen zich niet direct als hevige ziektegevallen kennen, integendeel zij zijn aanvankelijk niet of ternauwernood waarneembaar. De volgende generatie kan ook nog zoo zwak ziek zijn, dat het nauwelijks wordt opgemerkt; meestal echter vertoont zij in den loop van Juni een zwak maar duidelijk mozaiekbeeld. Men ziet lichter groene vlekken met donker groene partijen afwisselen; de eerste zijn bleeker dan het groen der gezonde bladeren, de laatste zijn dieper van kleur. In de grootte en plaats dezer vlekken is niet de minste regelmaat te ontdekken. Soms naderen zij den rand, dan weer de middennerf, soms zijn zij beperkt tot de intercostaalvelden, dan weer omvatten zij de zijnerven. Zij kunnen enkele millimeters tot meer dan een centimeter groot zijn; hun vorm is rond, hoekig of langgerekt. Scherpe randen vindt men om de lichte vlekken niet. Zij steken slechts zwak af en gaan meestal geleidelijk tot een donkerder groen over. Alle hooger geplaatste bladeren zijn op deze wijze mozaiek; de lager zittende oudere bladeren vertoonen bij deze zwakke vorm het ziektebeeld niet of minder duidelijk, vandaar de naam „topbont".

Meestal zijn alle stengels gelijkmatig aangetast. De kroesheid, toe te schrijven aan de mindere dikte en mindere groei der lichte partijen, is bij de zwakke vorm der ziekte nog weinig zichtbaar. De planten in hun geheel maken den indruk van wat minder forsch, wat smaller van blad, wat anders van kleur, soms ook wat meer glimmend te zijn dan de gezonde.

In de daarop volgende generatie uit de ziekte zich reeds krachtiger en ook bij de lager geplaatste bladeren, maar nu komen al naar de soort, waarmede men te doen heeft, de welvingsverschijnselen en het kort blijven van den stengel meer of minder sterk voor den dag, zoodat een algemeene bespreking nauwelijks meer mogelijk is. Wij zullen dan ook de symptomatiek voor enkele der meest in ons land verbouwde soorten afzonderlijk bespreken.

Nog even dient te worden herhaald, dat deze ziekte niet, zooals de bladrolziekte bij de soort Paul Krüger, reeds in de 2de generatie haar maximum bereikt; maar meestal eerst in de 3e of eene latere generatie. Dit hangt overigens af van de soort en de omstandigheden, waaronder zij groeit.

In het jaar 1918 kwam de identiteit van mozaiek- en kroesziekte nog door de volgende waarnemingen voor den dag. Het was tot ongeveer midden Juli zeer droog, daarna regende het veel. De aardappelplanten, die hun groei reeds eenigszins gestaakt hadden, begonnen weer krachtig uit te loopen; ook de okselspruiten ontwikkelden zich krachtig. Bij planten met het sterke kroestype zag men nu in de jongste spruiten weer het zwakkere mozaiektype voor den dag komen, dat pas later weer eenigszins tot het kroestype overging.

Bravo. Bij de zwakkere vorm der ziekte zijn de lichtere partijen klein en zeer verspreid. Het blad is reeds eenigszins gewelfd, de beide helften langs den middenerf naar boven gevouwen en de rand gegolfd, zoodat de blaadjes smaller schijnen dan bij gezonde planten: Pl. I, fig. 1.

De sterke vorm der ziekte kenmerkt zich door welving van het bladgroen tusschen de zijnerven; de bladrand is afwisselend naar boven en beneden geplooid, de bladpunt naar beneden gebogen. Overal zitten de gele vlekjes tusschen de groene: Pl. II, fig. 12; het blad is a. h. w. gechagrineerd. Dit is vermoedelijk dezelfde sterke vorm der ziekte, welke men volgens Prof. Westerdijk (1916) in Westfalen als „Gänsehaut" aanduidt. De oudere bladeren worden vroegtijdig zuiver geel waarbij nog kleine groene plekjes zijn uitgespaard en zij vallen voortijdig af: Pl. II fig. 13. In afwijking met Eigenheimer en Roode Star komt een gedrongen bouw niet voor bij de kroeze Bravo's: Pl. V fig. 23.

De laatst beschreven vorm der ziekte wijkt bij de soort Bravo zoozeer af van den eerst beschrevene, dat ik er nog over in twijfel verkeer of wij niet met twee ziekten te doen te hebben.

Bij de Eigenheimer, waar een even groot onderscheid bestaat, heb ik door de ziekte in meerdere generaties te vervolgen er zekerheid over verkregen, dat topbont en welving slechts twee typen

zijn van ééne ziekte; bij de Bravo moet dit nog worden gedaan.

Paul Krüger. De bleeke plekken zijn bij den zwakken vorm der ziekte vrij groot en uiterst weinig afstekend bij de grondkleur. Het blad is nog niet gewelfd.

Bij de sterk zieke planten is het blad oneffen door tal van fijne welvingen; de lichtgroene partijen overheerschen nu en geven de plant een geelachtigen tint. Een uiterst smal roodachtig randje is bij de oudere bladeren zichtbaar. Het is zoo smal, dat men het als een fijn lijntje ziet als men het blad van terzijde beschouwt. De bladrand is veel minder gegolfd dan bij de Bravo. Bij de hooger geplaatste jongere bladeren zijn de bladhelften langs den middenerf zwak naar boven gevouwen; bij de lager geplaatste bladeren is de bladpunt naar beneden gekromd. Het blad schijnt slechts weinig smaller dan dat van gezonde planten. Groei en opbrengst kunnen bij sterk zieke planten tot twee derde of de helft gereduceerd zijn; de stengels zijn niet zoo stevig als bij de gezonde planten maar vertoonen toch niet een zoo sterke ineenkrimping als bij de Eigenheimer of een zoo sterke neiging tot omvallen als bij de Zeeuwsche Blauwe voorkomt.

Eigenheimer. Om bij de Eigenheimer de zwakke vorm der mozaiekziekte waar te nemen, moet men de planten in den loop van de maand Juni beschouwen. (Pl. II fig. 6). Reeds in Juli is de flauwe afwisseling tusschen licht- en donkergroen niet meer zoo goed te zien. Voor het geoefend oog is dan nog slechts zichtbaar een zwakke welving en meerdere glans van het zieke blad. Later uitloopende okselspruiten toonen het typische mozaiek weer. In iets sterkeren graad aangetaste planten hebben een kleiner blad en stengels, die reeds vroeg in den zomer de neiging vertoonen om te gaan liggen; men duidt deze planten in Friesland als „platte" aan.

Veel duidelijker wordt het ziektebeeld in de volgende generatie. De lichte plekjes zijn dan vrij klein en duidelijk afgeteekend; zij omvatten of begrenzen in den regel de nerven, waarbij deze in den groei belemmerd en naar beneden gekromd zijn. Juist in deze kromming zijn de nerven aan de benedenzijde soms wat grauw of bruin. De belemmering in den groei der nerven heeft een duidelijke kroesheid van het blad tengevolge; de rand is gegolfd, soms eenigszins gelobt en de punt van het blad is haakvormig naar beneden gebogen.

De derde generatie vertoont, behalve de beschreven verschijnselen, nog een verminderde strekking der bovenste internodien, zoodat de bladeren vlak op elkaar blijven zitten. Zoo ontstaat het type van plant, dat als „kräuselkrank" en „curly dwarf" bekend is en dat door mij in de in 1918 uitgegeven brochure als welvingsziek is aangeduid: (Pl. II fig. 7 en Pl. III fig. 18).

Zeeuwsche Blauwe en Bonte. Terwijl bij de voorafgaande soorten het verschil tusschen den zwakken en den sterkeren vorm der ziekte nogal opvallend is, zoodat men van mozaiektype en welvingstype kan spreken, vertoont de Zeeuwsche blauwe in hare wijze van ziek worden eenige meerdere constantheid. De lichte vlekken leggen eenige voorkeur voor de randen der blaadjes aan den dag. De donkerder gedeelten zijn vooral te vinden langs de middennerf. Op het donker groene blad dezer soort steken de lichte vlekken geelgroen af; de bladrand is gegolfd, aan weerszijden zwak naar boven opgekruld en bij de gele vlekken van een smal paars randje voorzien. De punten der blaadjes zijn meestal zwart en naar boven gericht. De donkerder partijen zijn naar boven gewelfd; daar de zijnerven normaal gestrekt zijn, is deze welving beperkt tot de intercostaalvelden. De bladeren zijn kleiner dan van gezonde planten en schijnen door de opkrulling van den rand nog belangrijk smaller. (Pl. II fig. 8 en 9). Terwijl deze soort in gezonden toestand reeds geen krachtig omhooggaande stengels heeft, hebben de stengels der aangetaste planten

neiging om te vallen. (Pl. V, fig. 21 en 24). De groei kan tot ongeveer een derde gereduceerd zijn, de opbrengst eveneens.

Roode Star. Deze soort lijkt in de wijze, waarop zij ziek wordt, eenigszins op de Zeeuwsche Blauwe. Hare toch steeds spitse, soms ook van twee of drie punten voorziene blaadjes schijnen reeds bij zwakke aantasting nog spitser. De lichte vlekken bevinden zich nl. meestal eenzijdig nabij de toppen der blaadjes en een der bladranden krult daar ter plaatse om zoodat de onderzijde naar boven komt. De punt van het blaadje buigt zich naar beneden. Het overige gedeelte der blaadjes is omhoog gevouwen, waardoor eenige gelijkenis met de bladrolziekte ontstaat. Voor ik dan ook door de later te beschrijven transplantatieproeven daarop het antwoord gevonden had, stelde ik mij telkens de vraag of de ziekte, waar de Roode Star tegenwoordig zoo algemeen aan lijdt, bladrol- of mozaiekziekte is. Terloops dient opgemerkt, dat deze soort soms ook aan bladrolziekte lijdt, die ik later duidelijk als zoodanig heb leeren herkennen.

Bij de nakomelingen vertoonen ook de lager geplaatste bladeren de beschreven afwijkingen en de bovenste internodiën blijven kort. Het gevolg is een ineengedrongen plant met spitse, verwrongen blaadjes. (Pl. V fig. 26).

EXPERIMENTEEL GEDEELTE.

III. Bewijzen voor de besmettelijkheid en tevens voor de identiteit van mozaiek- en welvingsziekte. Het vraagstuk der bodembesmetting en der pootgoedverwisseling.

In het voorgaande hoofdstuk is het resultaat van jarenlange waarneming gegeven, waardoor ik ten slotte in 1918 overtuigd werd van de identiteit der beide vormen van de ziekte, welke ons bezig houdt. De vele bezoekers der Wageningsche proefvelden, landbouwkundigen en botanici, die de moederplanten in vorige jaren niet gezien hadden, heb ik evenwel op andere wijze hiervan kunnen overtuigen.

Door voorafgaande veldproeven in verschillende deelen des lands was alreeds gebleken, dat de ziekte besmettelijk is. Het is noodig van die proeven een kort overzicht te geven, voor ik de volledige bewijzen voor de identiteit van mozaiek en welvingsziekte kan geven.

1. Eerste proef over de overgang met de knollen en de mogelijkheid van besmetting te Wageningen in 1909 en '10.

In het jaar 1908 verzamelde de Heer A. van Luijk, destijds te St. Annaland, voor mij 6 knollen van gezonde Zeeuwsche Bonte en evenveel van topbonte planten dezelfde soort. In 1909 leverden de eerste op zandgrond te Wageningen zonder uitzondering gezonde, de tweede uitsluitend zieke planten. Daardoor was bewezen, dat de ziekte met de poters overgaat, een feit, dat al spoedig algemeen bekend werd. In 1910 pootte ik de knollen der 6 gezonde planten uit en verkreeg daarvan 12 gezonde en 38 zieke; terwijl de knollen der 6 zieke planten geen enkele gezonde en 45 zieke

opleverden. In 1909 hadden de 6 gezonde planten vlak naast de zieke gestaan, zoodat de mogelijkheid bestond, dat zij besmet waren geworden, zonder dat dit in 1909 er aan was te bespeuren. Hiermede zou het optreden in 1910 van een zoo groot aantal zieke bij het nageslacht der gezonde planten verklaard zijn.

2. Proeven over de mogelijkheid van besmetting te Oudebildtzijl, Colijnsplaat en in den Wilhelminapolder in 1915 en '16.

Nadat Oortwijn Botjes in de jaren 1913, '14 en '15 op zoo overtuigende wijze had aangetoond, dat de bladrolziekte besmettelijk is, ben ik proefnemers gaan zoeken, die voor de besmettelijkheid der mozaiekziekte dergelijke gegevens zouden kunnen verzamelen. De Heer Van der Meer te Oudebildtzijl verzamelde in 1915 gezonde pollen staande te midden van gezonde en gezonde pollen staande te midden van zieke bij de soort Eigenheimer; hetzelfde deed de Heer I. P. v. d. Weele te Colijnsplaat bij Eigenheimer en de Heer J. A. v. d. Broek in den Wilhelminapolder bij Zeeuwsche Blauwe.

Van den uitslag, die ook al reeds in de verslagen der Rijkslandbouwleeraren te vinden is, geeft het volgende tabelletje een overzicht.

	Bij de nateelt van gezond naast gezond waren:		Bij de nateelt van gezond naast ziek waren:	
	gezond	ziek	gezond	ziek
Te Oudebildtzijl (zavelgrond)	alle	geene	138	31
Te Colijnsplaat (zavelgrond)	930	66	759	214
Te Wilhelminadorp (zavelgrond)	60	16	10	40

Het blijkt uit de laatste twee kolommen, dat zeer veel, maar toch lang niet alle planten van haar mozaiekzieke buurplant de besmetting overnamen. Men krijgt verder den indruk, dat het uitzoeken van gezonde te Oudebildtzijl het meest nauwkeurig is geschied. Inderdaad kon de Heer Van der Meer, die reeds eenige jaren aan stamboomselectie deed, en verschillende families van gezonde en zieke planten te zijner beschikking had, gemakkelijk een aantal gezonde planten uitkiezen, die op 3 M. afstand van zieke rijen verwijderd waren, terwijl ter vergelijking werden gekozen gezonde planten, die aan beide zijden grensden aan zieke. Te Colijnsplaat werd de keuze der moederplanten verricht

in een gewone cultuur waar ongeveer 5 pct. mozaiekzieke planten in voorkwamen; te Wilhelminadorp was het uitzoeken van gezonde planten, die op voldoenden afstand van zieke stonden, zeer moeilijk, daar hier wel 10 pct. zieke in het gewas van 1915 voorkwamen.

3. Proef te Wageningen in 1917 en 1918 over den afstand tot welken buurplanten-besmetting bij bladrol- en welvingsziekte op kleigrond plaats heeft. Mogelijke invloed van de bodemgesteldheid.

Op zwaren kleigrond te Wageningen stond in den zeer regenachtigen zomer van 1916 in de richting Noord-Zuid een rij planten van de soort Paul Krüger, waarvan er twee secundair bladrolziek, de andere gezond waren. De grond was voor het grootste gedeeite vlak, maar helde naar de Noordzijde met een hoek van 15°. De eene zieke plant stond op de helling, de andere op het vlakke gedeelte van het veld. Zoowel naast de eerste als naast de tweede werden de knollen der gezonde buurplanten verzameld en het volgend jaar uitgepoot. Wanneer de waterbeweging in den grond de verspreiding der ziektekiemen bevorderde, zou men verwachten, dat de ziekte zich op het hellend terrein verder naar het Zuiden zou hebben verspreid dan op het vlakke. Dit was echter niet het geval. Alleen van de directe buurplanten aan beide zijden waren alle nakomelingen in 1917 ziek; van de daaropvolgende buurplanten geen enkele. Hier was de ziekte dus slechts 50 c.M. ver doorgedrongen.

Tusschen twee boonenveldjes stond in 1917 op zwaren kleigrond te Wageningen een rij Bravo planten. Deze waren op een onderlingen afstand van 50 c.M. gepoot. Er kwamen in deze rij enkele bladrolzieke planten voor, op fig 27 Pl. VI aangegeven door zwarte stippen, verder een aantal mozaiekzieke planten, aangegeven door gestreepte stippen, of, als zij gedeeltelijk ziek waren, door gedeeltelijk gestreepte stippen; ten slotte een aantal gezonde planten, die tot den oogsttijd toe een gezond voorkomen hadden, aangeduid door cirkeltjes.

Van elk dezer planten werden in 1918 vijf knollen uitgepoot. De gezondheidstoestand in 1918 is in het onderste gedeelte der figuur weergegeven. Elke verticale rij van 5 stippen stelt het nageslacht voor van de plant, die in de rij van 1917 door de zich daarboven bevindende stip is aangeduid. Men ziet, dat de planten, welke in 1917 door een der beide ziekten waren aangetast in 1918 een ziek nageslacht opleverden en dat van hare gezonde buren er een aantal besmet zijn geworden, welke besmetting eerst in de nakomelingschap zichtbaar wordt. Er is daarbij een zekere onregelmatigheid te bespeuren. Soms was

de besmetting niet op alle nakomelingen der gezonde buurplanten overgegaan, soms echter was behalve de directe buurplant ook een volgende aangetast geworden. Men zou kunnen denken, dat de niet geïnfecteerde buurplanten uitgangsmateriaal konden leveren voor de teelt van onvatbare stammen, maar dit is niet het geval. Ten eerste bestond de rij planten van 1917 uit nakomelingen van ééne moederplant, zoodat hare eigenschappen, afgezien van de mogelijkheid van het optreden van knopvariaties, al zeer weinig uiteenliepen. In de tweede plaats heb ik reeds in voorafgaande jaren zulke planten, welke de besmetting niet hadden overgenomen, opnieuw aan buurplanteninfectie blootgesteld, die dan wel degelijk gelukte.

4. Proeven te Wageningen in 1915, '16 en '17 om na te gaan of de besmetting bij bladrol- en mozaiekziekte door den grond of door de lucht gaat.

Op kleigrond te Wageningen, die tot op $^1/_2$ M. diepte uit klei, daaronder uit zand bestond en waar nog nooit of in lange jaren geen aardappelen gegroeid waren, werd in 1916 een rij gezonde aardappelen van de soort Bravo gepoot vlak bij en loodrecht gericht op een rij mozaiekzieke van de soort Paul Krüger. De pootafstand bedroeg 45 cM., zoodat de Bravo's 0,45 M., 0,90 M., 1,35 M., 1,80 M. en 2,25 M. van de infectiebron verwijderd waren. Op eenigen afstand werd hetzelfde gedaan, met dit verschil, dat hier de gezonde van de zieke rij gescheiden was door een ijzeren plaat, die van te voren tot een diepte van 85 cM. in den grond was gegraven en 15 cM. daar boven uitstak. Het bleek in 1917, dat *alle* gezonde planten, die zonder afscheiding naast zieke gegroeid waren, ziek waren geworden. De besmetting was hier dus 2,25 M. ver doorgedrongen. *Alle* gezonde planten, die in den grond door de ijzeren plaat van de zieke waren gescheiden leverden een gezonde nateelt. (Pl. VI fig. 28). Staat het in verband met sterker groei van de wortels in den zandigen ondergrond, dat in dit geval de ziekte zich verder verspreidde dan bij de zooeven onder 3 beschreven proeven, welke genomen werden op een bodem, die tot op groote diepte uit klei bestond? Dit moet door nadere proeven worden uitgemaakt. GIRARD (1900) die zijn onderzoekingen op zeer lichten grond deed, constateerde, dat aardappelwortels 1,80 M. lang worden. (Zie ook ROTMISTROFF 1908 en MODESTOV 1917).

Een soortgelijke proef was over de bladrolziekte genomen in de jaren 1915 en '16. Toen was een rij gezonde Paul Krügers gepoot naast een zieke rij derzelfde soort; tusschen deze twee rijen bevond zich een boven den grond aangebrachte dubbele afscheiding van kippengaas. Op eenigen afstand was een rij

gezonde potplanten, elk door houtwol omgeven, geplaatst in een tot 85 cM. diepte gegraven greppel; vlak naast den greppel stonden zieke planten (fig. 30 en 31 Pl. VI); de plattegrond van deze proef vindt men in fig. 29. Het bleek bij vergelijking van het nageslacht der beide gezonde rijen in 1917 dat de afscheiding *boven* den grond de besmetting bij geen der planten had kunnen verhinderen, terwijl ook hier de afscheiding *in* den grond alle gezonde planten volkomen tegen infectie had beschermd.

5. Proeven te Wageningen, in 1915, '16, '17 en '18 waaruit blijkt, dat de besmetting bij bladrol en mozaiek door den grond gaat, Eigenheimer en Zeeuwsche blauwe door dezelfde mozaiekziekte worden aangetast en dat mozaiek- en welvingsziekte identiek zijn.

In 1915 liet ik maken 6 kastjes met zinken onderbouw en glazen wanden, elk groot genoeg om er twee aardappelplanten naast elkaar in te laten groeien. Bij twee dezer kastjes werd de zinken onderbouw met gesteriliseerden zandgrond gevuld, op zoodanige wijze, dat de wortels der beide erin staande planten door elkaar konden groeien. Hier was boven den grond een ruit aangebracht, die bovengrondsche aanraking der planten verhinderde (links fig. 32 en 34 Pl. VII). In elk der vier andere kastjes waren twee potten met gesteriliseerden zandgrond geplaatst. Elk dezer potten stond op een schotel. Op deze wijze was het bij deze vier kastjes onmogelijk, dat de wortels van een der gezonde planten door die van de buurplanten heen konden groeien, of wel door van de buurplant afvloeiend water konden worden besmet. Van deze laatste vier kastjes waren er voorts twee zoo ingericht, dat bovengrondsche aanraking mogelijk was (in 't midden fig. 32 en 34), terwijl bij de andere twee de aan-aanraking der bovengrondsche deelen door een ruit was verhinderd (rechts fig. 32 en 34).

In 1915 pootte ik in elk der rechter helften van de kastjes een halven knol van een bladrolzieke Paul Krüger en in elk der linker helften een zesde part van één enkele gezonde knol derzelfde soort. Daar de planten in de kastjes goeden grond en een warme en beschutte standplaats hadden en voldoende begoten werden, ontwikkelden zij zich goed en was de bladrolziekte, ofschoon duidelijk zichtbaar, niet zoo schadelijk als in de planten, welke buiten op het veld uit de wederhelften der zieke knollenhelften van de kastjes opgroeiden.

Alle gezonde planten in de linkerhelften der kastjes bleven in 1915 voor het uiterlijk gezond, maar in 1916 waren er van de zes rijen planten, die er van afstamden, twee rijen ziek, en vier rijen gezond. De twee zieke rijen waren afkomstig van die moederplanten, welke aan infectie door den grond waren

blootgesteld; infectie door de lucht had niet plaats gehad.

Een dergelijke proef nam ik in de jaren 1916 en '17 met betrekking tot de mozaiekziekte. Wederom was alle grond gesteriliseerd. In elk der linker helften der kastjes werd gepoot een stuk van één enkele gezonde knol van de soort Eigenheimer, in de rechter helften kwamen knolhelften van mozaiekzieke planten en wel op deze wijze, dat in het eerste, derde en vijfde kastje de soort Zeeuwsche blauwe, in het tweede, vierde en zesde de soort Eigenheimer als ziekmaker werd gebruikt. Ook nu kwamen de ziektesymptomen in de rechter helften zeer zwak tot uiting, zoodat men ze ternauwernood kon waarnemen; maar daar de wederhelften der zieke knollen buiten op 't veld groeiden, kon ik er mij van overtuigen, dat het zieke materiaal wel degelijk voor besmetting kon dienen. De uitslag in 1917 was om drie redenen van belang. Ten eerste bleek, dat ook bij de mozaiekziekte de besmetting door den grond en niet door de lucht had plaats gehad. Ten tweede, dat, niettegenstaande de symptomen bij Z. Blauwe en Eigenheimer uiteenloopen, evengoed van de eerste, als van de tweede soort de ziekte op de Eigenheimer overging. Maar nog het meest trof mij het derde resultaat. De twee rijen van nakomelingen, welke besmet waren geworden, vertoonden de zwakke vorm van mozaiekziekte, in figuur 33 met enkele arceering (lichtgrijs) aangeduid; de nateelt van de Eigenheimers, welke als ziekmakers hadden gediend en die het vorig jaar slechts zwak mozaiekziek waren, bleken nu typisch welvingsziek te zijn (dubbel gearceerd of donkergrijs). Hier zag men dus de opeenvolgende stadiën der ziekte, die anders slechts in opeenvolgende jaren uit elkaar voortkomen, naast elkaar.

Hiermede is onomstootelijk bewezen, dat de welvingsziekte een vergevorderd stadium der mozaiekziekte is.

Bovendien leg ik er den nadruk op, dat terwijl de bladrolziekte, althans bij de soort Paul Krüger, reeds in het tweede jaar haar maximumstadium bereikt, de mozaiekziekte hier twee jaren lang in een zeer zwakken, in 1917 zelfs ternauwernood waarneembaren vorm aanwezig was, voor zij tot het welvingsstadium overging. Dit feit is voor de selectie, zooals die door de praktijk onder den invloed der veldkeuring wordt uitgeoefend, van zeer veel beteekenis. De moeilijkheid om een ziekte met zoo lange incubatieduur door selectie te verwijderen, springt in 't oog; hoe deze moeilijkheid kan worden overwonnen, daarop kom ik in het laatste hoofdstuk terug.

6. Transplantatieproeven met knollen te Wageningen in 1918 ten bewijze van de identiteit der mozaiekziekte bij meerdere soorten, alsmede van mozaiek- en welvingsziekte.

Door transplantatieproeven werd in 1915 het bewijs gebracht voor de besmettelijkheid van bladrol en de identiteit dezer ziekte bij de soorten Paul Krüger en Magnum bonum. Dergelijke proeven nam ik in de jaren 1916, '17 en '18 met betrekking tot de mozaiekziekte. Eerst dient de methode even in herinnering te worden gebracht.

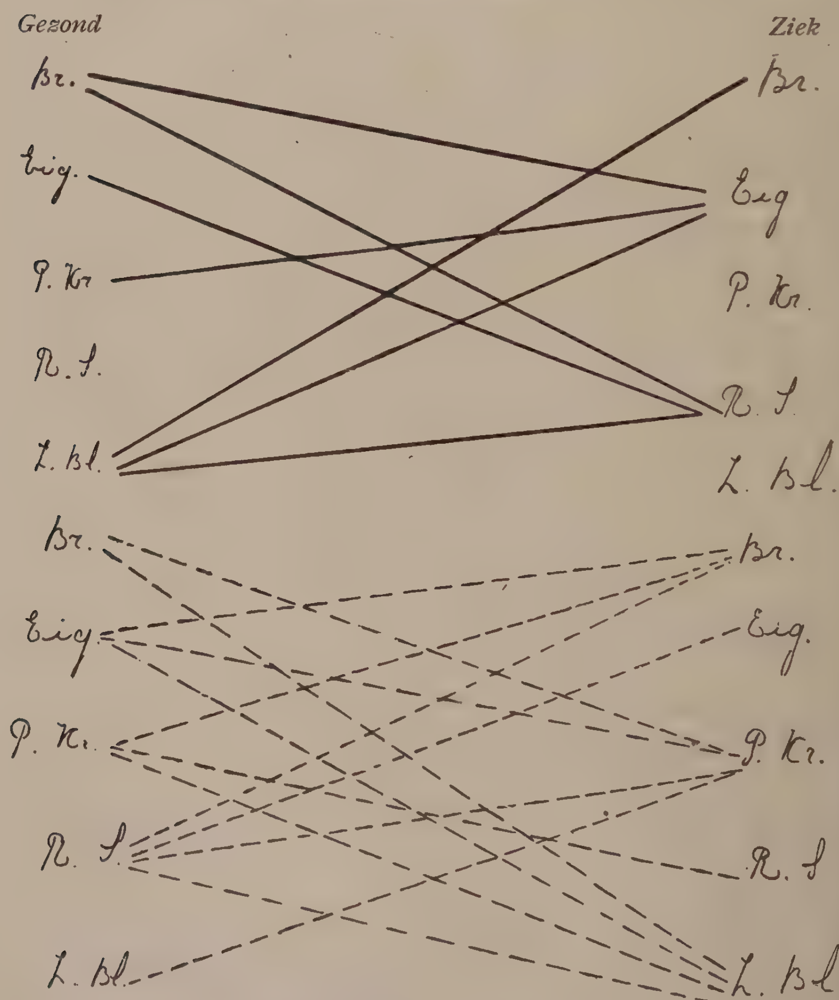
Eenige weken voor het uitpoten werden zes knollen afkomstig van gezonde planten van gezonde omgeving en van grond waar in langen tijd geen aardappels waren verbouwd, aan weerskanten gemerkt met een letter, die de soort aangaf, waartoe zij behoorden, een andere letter, die aanwees, dat zij gezond waren en een nummer loopende van 1 tot 6. Vervolgens werden zij doorgesneden; elk der beide helften was dan van de noodige merkteekenen voorzien. Hetzelfde geschiedde met zes even groote knollen van zieke planten. Vervolgens werd een helft van de gezonde knol No. 1 met een helft van de zieke knol No. 1 door middel van een elastisch koord stevig samengebonden op zoodanige wijze, dat de snijvlakten elkaar bedekten. (Pl.VII fig. 37.) Binnen twee weken had een zoo stevige vergroeiing plaats gevonden, dat een gewicht van 3 tot 4 kilo noodig was om de helften van elkaar af te trekken. Een dergelijke transplantatie werd uitgevoerd tusschen No. 2 van de gezonde en No. 2 van de zieke knollen enz. De oogen van de zieke helften dezer transplantaties werden uitgestoken om de kans grooter te maken, dat de gezonde helft bij het uitloopen voedsel uit de zieke helft zou opnemen en daarbij tegelijkertijd zou worden besmet.

Op den gewonen poottijd in April werden de 6 overgeschoten gezonde helften volgens nummer op een rij gepoot, vervolgens de 6 uit gezonde en zieke helften bestaande knollen en ten slotte de 6 overgeschoten zieke helften. Zoo was steeds bij ieder der uitloopende getransplanteerde gezonde heltfen de bijbehoorende gezonde te raadplegen om te zien of deze werkelijk gezond was, alsmede de bijbehoorende zieke om te zien of deze inderdaad als ziekmaker deugde. (Zie de plattegrond van deze proef in fig. 36 Pl. VII).

In 1916 werden op deze wijze zes maal zes transplantaties uitgevoerd tusschen gezonde en zieke Zeeuwsche blauwe. Altijd ging de besmetting over, behalve bij één geval waar bleek, dat de knol, die als ziekmaker had moeten dienen niet ziek was. De uitslag was reeds vroeg in Juni te zien; de door transplantatie besmette plant was steeds ongeveer op denzelfden tijd ziek als de uit een zieke poter gegroeide plant.

In 1917 werden transplantaties uitgevoerd tusschen gezonde en zieke planten van verschillende soorten. De uit twee stukken samengestelde knollen werden uit zuinigheid van het elastische

koord ontdaan vóór het uitpoten plaats had. Later bleek, dat de besmetting niet zoo regelmatig had plaats gehad als in 1916, hetgeen vermoedelijk hieraan moet worden toegeschreven, dat de knollen in den vochtigen grond opzwellen en de helften daarbij dikwijls van elkaar af worden gewrongen, vóórdat het gezonde deel nog genoeg voedsel en smetstof uit het zieke stuk heeft kunnen opnemen. Toch is de overgang der besmetting in 1917 duidelijk te constateeren geweest bij een aantal gevallen. Onderstaand schema doet zien dat er 20 combinaties tusschen de gekozen vijf soorten, Bravo, Eigenheimer, Paul Krüger, Roode Star en Zeeuwsche blauwe mogelijk zijn en dat er in 7 gevallen inderdaad besmetting had plaats gehad (aangegeven door lijnen) in 13 andere gevallen niet (stippellijnen).



Men zou, daar de soort Paul Krüger nogal dikwijls bij de negatieve uitkomsten betrokken was, kunnen meenen, dat de mozaiekziekte dezer soort van die der andere soorten verschilt, ware het niet, dat wel overgang heeft plaats gehad van Eigenheimer op Paul Krüger en over de identiteit der Eigenheimer smetstof geenerlei twijfel bestaat.

In 1918, toen met de ondervinding der drie vorige jaren rekening kon worden gehouden, werd als gezonde soort om op te transplanteeren in den regel de Zeeuwsche Blauwe gebruikt, daar deze, zooals uit de beschrijving van het vorige hoofdstuk blijkt, altijd op dezelfde karakteristieke wijze ziek wordt. De transplantaties slaagden nu zeer goed.

Alle twijfel over de identiteit der Paul Krüger smetstof werd op deze wijze opgeheven. Maar tevens werden nog verschillende andere vragen beantwoord. Bij sommige soorten, als Ceres, komt de mozaiekziekte zeer algemeen doch in zwakken vorm voor, zoodat de practici geneigd zijn haar voor een eigenschap der soort te houden. Dat men hier werkelijk met dezelfde ziekte te maken heeft en de Ceres dus als verspreider van smetstof een groot gevaar oplevert, bleek bij transplanteeren op Zeeuwsche Blauwe, die de besmetting van de Ceres overnam en daarop op de haar eigene wijze reageerde. Zoo werd ook het zwakke mozaiektype en het sterker welvingstype van de Bravo op de Zeeuwsche Blauwe overgebracht en in beide gevallen reageerde zij wederom op de haar eigene wijze. Geheel aan zich zelve gelijk blijvende nam zij ook de ziekte over van Eigenheimers met het mozaiektype en van Eigenheimers met het welvingstype. Gevallen van welvingsziekte, in de praktijk verzameld bij de vroege engelsche soort Duke of York en bij Splendo, een soort van VEENHUIZEN, gingen op dezelfde wijze op de Zeeuwsche Blauwe over.

Hierbij dient opgemerkt dat ik, wanneer alleen deze proeven genomen waren, niet overtuigd zou zijn van de identiteit van welvings- en mozaiekziekte. De mogelijkheid toch is niet uitgesloten, dat een welvingszieke plant ook mozaiekziek kan zijn. Op vele aardappelvelden kan men nauwelijks een enkele niet mozaiekzieke stam vinden, zoodat het een toeval zou zijn een welvingszieke stam aan te treffen, die vrij is van mozaiekziekte.

Met betrekking tot de Bravo meen ik dan ook, dat nog de mogelijkheid bestaat van het voorkomen van twee mozaiekziekten; ik verwijs hiervoor naar de beschrijving in hoofdstuk II. Daarom ken ik een veel grootere bewijskracht toe aan de onder III, 5 beschreven in de zinken kastjes genomen proef met Eigenheimers. Hier is de overgang, die anders in den loop der jaren plaats heeft, in één jaar gedemonstreerd.

Zoo zijn verschillende vragen, die met betrekking tot de mozaiekziekte langs dezen weg kunnen worden beantwoord, tot een oplossing gebracht. Bovendien zijn nog enkele proeven genomen met de echte bontheid (Pl. V fig. 22); deze blijkt niet besmettelijk te zijn.

7. Pootgoedverwisseling. Proeven om uit te maken of en hoe lang de bodem besmet blijft en of er nog andere infectiebronnen bestaan.

Er zijn enkele feiten, waaruit men zou kunnen afleiden, dat sommige gronden besmettend kunnen werken op een gezond gewas aardappelen, dat daar later wordt verbouwd. De Heer H. VISSER, destijds te Schagen, schreef in 1912:

„Eigenaardig is, dat de dit jaar uit Friesland ingevoerde poters van de soort Blauwe te Wydenes e.o. een gewas gaven vrij van krul, doch poters van nabouw Friesche alweer eenige krulstammen opleverden",

en in 1913:

„Wederom heb ik het feit kunnen opmerken, dat planten van blauwe aardappelen, afkomstig van uit Friesland ingevoerde poters, waarvan ik in 1912 constateerde, dat zij absoluut vrij van krul waren, dit jaar in den nabouw een hoog procent topbonte planten vertoonden, doch daarnaast nam ik nu verschillende perceelen waar, beplant met z.g.n. „frissche" Friesche poters, die nu wel krul vertoonden".

Door plaatselijke bekendheid met de cultuur te Wydenes en Andijk weet ik, dat hetgeen men daar met krul in de Blauwe aardappelen aanduidt, mozaiekziekte is. De mededeeling van den Heer VISSER doet de vraag rijzen „was in de Blauwe, in 1912 uit Friesland geimporteerd, de mozaiekziekte reeds in latenten vorm aanwezig of is zij te Wydenes van den bodem of van naburige zieke velden op de geïmporteerde planten overgegaan?"

Tot een dergelijke vraag geeft een door de landbouwingenieurs W. C. VAN DER MEER, M. DE LANGE en W. B. L. VERHOEVEN genomen proef aanleiding. De eerste, die zich op de boerderij van zijn vader met stamboomteelt had bezig gehouden, had twee planten der soort Eigenheimers, die in 1913 gezond waren, in 1914 vermeerderd. In 1915 was van elk der stammen een deel in Oudebildtzijl, een deel te Nieuw-Compagnie en een deel in Zuid-Beijerland verbouwd. In 1916 zijn te Oudebildtzijl de poters van deze drie herkomsten naast elkaar gezet. Het bleek, dat alleen de nateelt der aardappelen uit Nieuw-Compagnie topbont was, niet die van de aardappelen uit Oudebildtzijl en Zuid Beijerland. De verbouw had in 1915 te Nieuw-Compagnie plaats gehad midden op een stuk land, dat met Eigenheimers was bezet; zij stonden in een complex van drie rijen daartusschen; de rijenafstand bedroeg 50 cM.

Ook hier kan men in twijfel zijn of de besmetting afkomstig is van grond, die door een vroeger daar verbouwd gewas geinfecteerd is, dan wel of zij afkomstig is van zieke planten, die in de buurt stonden.

Om deze vraag te beantwoorden, zijn door mij in het jaar 1917 de knollen van eenige gezonde planten van de soort Eigenheimer in tweeën gesneden; van elk der knollen is de eene helft op grond gepoot, waar zieke planten gestaan hadden, de andere op grond, die in lange jaren niet voor deze teelt gebruikt was, of waar gezonde aardappelen verbouwd waren. Deze proef werd genomen in een proeftuin te Leeuwarden. In zeer enkele gevallen werd in 1917 mozaiekziekte opgemerkt op de plaatsen, waar het vorig jaar een zieke plant gestaan had, terwijl bij de wederhelft op gezonden grond deze verschijnselen afwezig waren; in de meeste gevallen echter bleven de planten uit beide helften gezond. Daar in dezen proeftuin sommige planten ziek werden, die nòch door den bodem, nòch van een in de directe omgeving staande plant besmet konden zijn en de proef dus onbetrouwbaar was is zij niet voortgezet. Met veel grooter zekerheid dan het hier kon geschieden leidt intusschen Oortwijn Botjes uit zijn proeven af, dat er nog een andere oorzaak van besmetting in de praktijk moet voorkomen.

Daar er in zoovele punten overeenkomst aan den dag is getreden tusschen de mozaiekziekte en de phloeemnecrose dienen wij hier na te gaan wat van de mogelijkheid van bodembesmetting bij de laatstgenoemde ziekte bekend is.

In 1915 nam ik met de soort Paul Krüger de volgende proeven. Tien knollen van gezonde herkomst werden elk in vier stukken a, b, c en d gesneden. De a stukken van elk der knollen werden gepoot op grond, die 20 jaar niet met aardappelen was bepoot geweest. De b en c stukken op grond, waar dit gewas de twee voorafgaande zomers niet was gegroeid, maar waar in 1912 bladrolzieke planten hadden gestaan; de d stukken kwamen op grond, die het vorig jaar was bezet geweest met zieke planten. Op het stuk d werden in 't voorjaar van 1915 enkele opslagplanten verwijderd. Hier trad reeds in Juli de primaire bladrolziekte in zoo hevige mate op als ik het niet eerder had waargenomen. Op de stukken b en c kwam zij iets later voor den dag, op het stuk a bleef zij achterwege. Dat het op b, c en d inderdaad een aantasting door bladrolziekte was, werd nog bevestigd door van enkele der aangetaste planten de knollen na te verbouwen; deze bleken secundair zieke planten op te leveren. De hier beschreven proef werd genomen in den tuin van het Instituut voor Phytopathologie; de bedjes, waarop de planten groeiden, waren door andere hoog opgaande gewassen van elkaar gescheiden.

Behalve deze proef werd er in 1915 nog een andere genomen met Paul Krüger knollen, die in achten gesneden waren. Ook hier werden stukken van eenzelfden knol gepoot op verschillende perceeltjes. Sommige van deze perceeltjes hadden het vorig jaar zieke planten voortgebracht; bij andere waren er enkele jaren verloopen, sedert er het laatst aardappelen waren gegroeid; voor de perceeltjes die het langst vrij van aardappelen waren geweest bedroeg dit aantal jaren vijf. Bij deze proef trad op alle perceeltjes primaire infectie op, die zich bij alle planten op zeer gelijkmatige wijze voordeed. Wederom zijn enkele knollen der aangetaste planten geteeld en brachten deze secundair zieke stammen voort. De hier bedoelde perceeltjes waren gelegen in het vrije veld in den Eng bij Wageningen; overal in de buurt werden veel aardappelen verbouwd, die lang niet vrij van bladrolziekte waren. De perceeltjes waren evenwel zoo gekozen, dat de afstand van de omringende velden minstens vier Meter bedroeg. Daar buurplanteninfecties tot nog toe slechts tot een afstand van 2 M. en dan nog maar zeer sporadisch waren waargenomen en daar de proefplanten zoo gelijkmatig primair ziek werden, meende ik uit deze proef te mogen afleiden, dat de smetstof zeer langen tijd in den grond in leven kan blijven.

In 1917 toen ik een dergelijke proef over de mozaiekziekte nam, heb ik tegelijkertijd de bodembesmettingsproeven over bladrolziekte herhaald en wel op grond waar het vorig jaar Paul Krügers stonden met de secundaire verschijnselen. Merkwaardigerwijze heb ik in het jaar 1917 geen primaire aantasting in de proefplanten kunnen opmerken, terwijl de nateelt ervan in 1918 ook vrij van ziekte bleef. Hoe het verschil in uitslag tusschen beide proeven te verklaren? Terwijl het antwoord op deze vraag wel niet anders gevonden zal kunnen worden dan door dergelijke proeven meermalen te herhalen, meen ik toch reeds eenige aanwijzingen te kunnen geven over de richting, in welke het gezocht zal moeten worden. Aan het jaar 1915 was een reeks van kwalkelwinters voorafgaan, in welke de grond nooit dieper dan tot 10 à 20 cM. bevroor. In den winter van 1916—'17 evenwel trad een zeer strenge koude in; de grond is langen tijd tot 50 à 60 cM. diepte bevroren geweest. Reeds vermeldde ik, dat bij de proef, in 1915 in den tuin van het Instituut voor Phytopathologie genomen, opslag is verwijderd geworden op het perceeltje, waar het vorig jaar aardappelplanten waren gegroeid. Hier kan de smetstof in de levende knolletjes zijn achtergebleven. Maar de mogelijkheid bestaat, dat ook in de perceeltjes in den tuin, waarin de twee voorafgaande zomers geen aardappelen waren gegroeid nog langen tijd levende knolletjes zijn voorgekomen, afkomstig van de planten, die daar in 1912 stonden. Er zijn mij gevallen bekend,

dat er nog opslagplanten kunnen voorkomen eenige jaren nadat de verbouw van aardappelen heeft plaats gehad; deze planten kunnen afkomstig zijn uit knollen, die op groote diepte in den grond zitten; zij worden soms in de tusschenliggende jaren afgeschoffeld of niet opgemerkt in het gewas, dat dan wordt verbouwd, maar kunnen wel degelijk weer knolletjes voortbrengen, die eveneens zeer diep zitten. Bovendien is door mij opgemerkt, dat de spruiten van aardappels, die gedurende den winter in den grond liggen, of die zeer vroeg zijn gepoot, zich tot knoldragende stolonen ontwikkelen, terwijl de vorming van bovengrondsche stengels achterwege blijft. Dit is in overeenstemming met waarnemingen van VÖCHTING (1902), volgens welke het uitloopen bij lage temperatuur de vorming uitsluitend van stolonen, het uitloopen bij hooge temperatuur die van stengels tengevolge kan hebben. In zulke gevallen, waarvan er een is afgebeeld in fig. 41, Pl. VIII kan het contagium een geheelen zomer, misschien ook wel twee zomers, in den grond overblijven. Wanneer het daarna weer infectie teweegbrengt, krijgt men den indruk van een ziekteverwekker, die in saprophytischen toestand in den bodem is blijven leven, terwijl in werkelijkheid de levende plant het contagium in stand heeft gehouden. Hiermede is evenwel het feit, dat in den Eng primaire infectie voorkwam op perceeltjes die vijf jaar lang vrij van aardappelen zijn geweest nog niet op bevredigende wijze verklaard; men vraagt zich af of er nog andere infectiebronnen in 't spel zijn geweest. Dat dit inderdaad het geval kan zijn, blijkt met zekerheid uit wat OORTWIJN BOTJES (1919) hieromtrent mededeelt. Bodembesmetting kan volgens zijn proeven niet uitgaan van een zieke voorvrucht, nadat het land één tot vijf jaar achtereen vrij van aardappelen is geweest, maar hij heeft aanwijzingen gevonden, dat er behalve door de zieke moederplant en de zieke buurplant nog op andere wijze besmetting kan plaats hebben.

IV. De anatomische kenmerken der beide zeefvatenziekten (bladrol en mozaiek) en hare verspreiding in de plant. Verwantschap of identiteit met de mozaiekziekte van tabak en andere Solaneeën.

De bladrolziekte is gekenmerkt door het afsterven van de zeefvaten en geleidecellen. Het lag dus voor de hand na te gaan of bij de mozaiekziekte, die in hare verspreidingswijze een zoo groote overeenkomst met de bladrolziekte heeft, ook iets abnormaals in de zeefvaten zou zijn te ontdekken. Dit is evenwel

niet gelukt: het eenig anatomisch verschil, dat tusschen de mozaiekzieke en gezonde planten is te vinden, bestaat daarin, dat in de geelgroene gedeelten der bladeren de palissadecellen korter en de bladgroenkorrels bleeker, eenigszins meer geelachtig van kleur zijn. Om dit kleurverschil, dat in uit de hand gemaakte praeparaten reeds zichtbaar is, in microtoomcoupes waar te nemen, zijn bladeren gefixeerd in een mengsel van 12 deelen water en 1 deel formaline, in welk mengsel 0,2 pct. kopervitriool was opgelost. Hierin blijft de groene kleur van het blad behouden of liever er vormt zich in de chlorophylkorrels een groene koperverbinding, die in kleur niet of weinig verschilt van de chlorophylkleurstof. Men kan in de aldus gefixeerde bladeren de lichte plekken terugvinden en ze in doorsneden, die na paraffine-insluiting met het microtoom gemaakt zijn, vergelijken met de donkergroene plekken, waarbij het beschreven verschil in 't oog valt. Een dergelijk verschil tusschen de palissadecellen der groene en geelgroene plekken is ook waargenomen bij de mozaiekziekte der tabak en wel door Woods (1902).

Bij den sterken vorm der aardappelmozaiekziekte is dikwijls nog een andere anatomische afwijking te vinden. Op de plaatsen waar de bladpunten der kroeze bladeren met een vrij korte bocht naar beneden zijn gebogen is de aan de onderzijde van het blad uitstekende nerf menigmaal eenigszins bruin van kleur. De hypodermale cellagen, waarvan de buitenste collenchymatische, de binnenste parenchymatische structuur hebben, zijn hier bruin van wand, soms zelfs geheel afgestorven. De diepere, dichter bij de vaatbundels gelegen cellen van het schorsparenchym reageeren hierop, door het maken van tangentiale wanden, een proces, dat aan kurkvorming herinnert. Bij de ineengedrongen stengels van sterk kroeze planten zijn donkere, overlangsche strepen menigmaal ook aan de schors der bladstelen en stengels waarneembaar. Ook hier heeft een afsterven der hypodermale schorslagen en daaronder een celdeelingsproces plaats. Dat de blaadjes en stengeltoppen, welke deze necrotische verschijnselen in het collenchym of parenchym der schors vertoonen, eenigszins bros zijn, behoeft niet te verwonderen. Deze brosheid treedt vooral aan den dag bij de lager geplaatste bladeren, die bij de minste aanraking afbreken. Van dit verschijnsel wordt ook melding gemaakt door vroegere schrijvers over de „Kräuselkrankheit" (Kühn 1858). De laaggeplaatste bladeren worden spoedig geel (Pl. II fig. 13) en aan den voet van den bladsteel vormt zich al spoedig de z.g. „Trennungsschicht", die ook bij gezonde bladeren oorzaak is van het afvallen, maar dan pas veel later ontstaat.

Terwijl dus uit het anatomisch onderzoek niet kan worden

afgeleid, dat ook hier, evenals bij de bladrolziekte, een verspreiding door de zeefvaten plaats vindt, blijkt dit wel uit entproeven.

Er moge hier in herinnering worden gebracht, dat ik in het jaar 1913 begon met op gezonde Paul Krüger planten de toppen van bladrolzieke stengels der zelfde soort te enten. Zes weken nadat de enting had plaats gehad, vond men, dat de ziekte in den gezonden onderstam was voortgeloopen; de bladeren onder de entplaats hadden een eenigszins ziek voorkomen; naarmate zij lager stonden was dit in mindere mate het geval. De in de oksels dier bladeren uitgeloopen zijscheuten waren eveneens duidelijk aangetast, en wel des te sterker naarmate hun afstand van de plaats van vergroeiing kleiner was. Het maakte den indruk alsof de verspreiding plaats had met den neerdalenden sapstroom.

Op dergelijke wijze nu loopt de mozaiekziekte voort in een gezonde aardappelplant, waarop een top van een zieke is geënt met dit verschil, dat de reeds volgroeide bladeren de ziektesymptomen niet meer aannemen; de uitloopende okselspruiten reageeren er echter wel degelijk op.

De beschreven wijze van verspreiding in de plant herinnert sterk aan wat bij infectie van tabak met het sap van mozaiekzieke planten derzelfde soort door Beyerink (1898) en Koning (1899) is waargenomen. Beyerinck schrijft:

„Worden de middennerven van volwassen of in strekking, maar niet meer in celdeeling verkeerende bladeren geïnfecteerd, dan blijven deze zelve gezond, maar het virus keert daaruit eerst naar den stengel terug om van daaruit op de gewone wijze de meristemen van de knoppen en de in aanleg verkeerende bladeren te besmetten. De terugkeer van het virus uit het blad naar den stengel moet ongetwijfeld langs den weg van den neerdalenden sapstroom geschieden, dat is langs het phloeem."

En Koning beschrijft de volgende proef:

„Op 31 Juli 1899 bracht ik in de hoofdnerf van een blad tabakssap van een zieke plant. Deze plant stond op het punt van te gaan bloeien. Drie spiralen lager treft men het blad aan, dat juist onder het geïnfecteerde blad staat. (De bladstand bij de tabak is $^3/_8$.) Juist dit blad vertoonde op 2 September in den „zuiger" de mozaiekziekte. Langzamerhand volgden nu alle zuigers, die in de bladoksels der onderstaande bladeren stonden."

De groote overeenkomst zoowel in ziektesymptomen als in verspreiding door het phloeem tusschen de mozaiekziekte van de tabak en die van de aardappelplant heeft mij op het denkbeeld gebracht na te gaan of wij hier met dezelfde ziekteoorzaak te doen hebben. Tegelijkertijd wilde ik een tegenspraak oplossen, die bestaat tusschen Westerdijk (1910) en Clinton (1915). Volgens Westerdijk gaat de mozaiekziekte van de tomaat niet over op de tabak, evenmin die van tabak op tomaat. Deze onderzoekster gaat zoover te zeggen, dat er twee verschillende infectieuze stoffen zouden zijn, waarvan elk haar werking op de eigen

voedsterplant uitoefent. CLINTON daarentegen kon de ziekte gemakkelijk van tabak op tomaat overbrengen en omgekeerd; hij komt tot het resultaat, dat het dezelfde ziekte is. Door mij zijn herhaaldelijk zieke toppen van tabak afkomstig uit Rhenen en Amerongen, waar ook KONING en BEYERINCK hun materiaal vandaan hadden, op gezonde tomaat geënt en omgekeerd zieke toppen van tomaten afkomstig uit kassen te Maastricht en te Wageningen op gezonde tabak. Altijd bleek de ziekte over te gaan; geregeld vertoonde zij zich na 10 tot 15 dagen in de jonge, groeiende toppen der geënte planten (Pl. VIII fig. 38), terwijl niet geënte controle-planten gezond bleven. Op dezelfde wijze heb ik kunnen aantoonen, dat de mozaiekziekte van Spaansche peper *(Capsicum annuum)* in 1918 voorkomende in een kas te Elst (O.B.) identiek is met die van de tomaat en de tabak.

Ook werden gezonde toppen op zieke planten geënt, maar deze proeven geven in 't algemeen veel minder duidelijke resultaten en wel omdat de ent in den regel veel minder goed groeit dan de onderstam, en men juist de jonge, krachtig groeiende toppen of zijscheuten moet observeeren om den overgang der ziekte waar te nemen.

Uit mijne proeven mag worden afgeleid, dat de mozaiekziekte van de verschillende Solaneeën, waarmede ik experimenteerde, eenzelfde oorzaak heeft. Ik kom dus tot dezelfde conclusie als CLINTON.

WESTERDIJK en ook CLINTON namen de proeven met sap van zieke planten, dat werd ingespoten of ingewreven in gezonde, terwijl ik steeds de toppen van zieke planten op gezonde entte om de kans op overgang zoo groot mogelijk te maken. Merkwaardigerwijze slaagde WESTERDIJK er niet in de tomatenziekte door enting op gezonde exemplaren derzelfder soort over te brengen.

In de jaren 1916, '17 en '18 werden door mij zieke toppen van tomaten en tabak op gezonde aardappelstengels geënt en omgekeerd mozaiekzieke aardappeltoppen op gezonde tomaat en tabak. De aardappelplanten, waarmede ik experimenteerde, behoorden tot de soorten Bravo, Eigenheimer; later in 1917 ook tot de soort Zeeuwsche Blauwe. In het jaar 1916 nam ik in 't geheel geen overgang waar; in het jaar 1917 bleef overgang achterwege bij enting van tomaat en tabak op Eigenheimer en Bravo of omgekeerd. Maar wel heb ik in dat jaar overgang waargenomen van tomaat op de soort Zeeuwsche Blauwe. De knollen dezer geïnfecteerde planten leverden in 1918 wederom mozaiekzieke planten. In 1918 heb ik deze proeven herhaald door mozaiekzieke tomatentoppen te enten op gezonde Zeeuwsche Blauwe en mozaiekzieke Zeeuwsche Blauwe op gezonde tomaat. In beide gevallen was de overgang zeer duidelijk te constateeren. Het is noch bij de aardappel, noch bij de tomaat te zien of de smetstof van de eene dan wel van de

andere plantensoort afkomstig is. De enting van tomaat op aardappel had plaats op 15 Juli, de overgang was zichtbaar op 5 Aug. De enting van aardappel op tomaat had plaats op 5 Aug. en de overgang werd zichtbaar op 26 Aug. (Pl. VIII, fig. 39). Nadere proeven moeten uitmaken waarom het mij niet gelukte de ziekte van tomaat op Eigenheimer en Bravo over te brengen. Daar men het tabaksmozaiek gemakkelijk op gezonde planten kan overbrengen door deze met het sap van zieke in te spuiten of de bladeren ermede in te wrijven, is dit door mij ook beproefd bij het aardappelmozaiek. Voorloopig echter zonder succes. De mogelijkheid is echter niet uitgesloten, dat het, als de proef op verschillende wijze wordt gevarieerd, toch nog zal gelukken.

Ook uit de literatuur zijn, behalve de reeds genoemde, nog tal van andere voorbeelden aan te halen, waaruit blijkt dat de eene onderzoeker er in slaagde de ziekte over te brengen op een verwante soort, terwijl de andere daarbij geen succes had, of dat het 't eene jaar of volgens de eene methode wel, 't andere jaar of volgens een andere methode niet gelukte. ADOLF MAYER (1886) slaagde er niet in de tabaksziekte op andere Solaneeën over te brengen, KONING (1900) evenmin, CLINTON (1915) slaagde er bij de soort *N. affinis* het eene jaar wel, het andere jaar niet in. De aardappelplant kon hij niet infecteeren behalve in één geval, waarin zaailingen werden gebruikt. Bij Spaansche peper gelukte de infectie bij slechts enkele proefplanten. ALLARD (1916) meent, dat het mozaiek van *N. tabacum* een ander is dan dat *N. viscosum,* omdat de eene ziekte andere Solaneeën infecteert dan de andere, maar beide gaan zij over op *Datura stramonium,* zonder dat men verschil in de symptomen kan waarnemen. Geen dezer beide ziekten infecteert volgens hem *S. tuberosum.* Spaansche peper kan hij wel met de tabaksziekte besmetten, niet met die van *N. viscosum.*

Er zijn dus zooveel tegenstrijdigheden, dat men eerst wel terdege zijn proeven moet herhalen, desnoods op verschillende wijze gevarieerd, voor te besluiten hetzij tot het bestaan van verschillende mozaiekziekten bij de Solaneeën, hetzij tot het bestaan van een enkele smetstof, die dan wellicht zich gemakkelijker aanpast aan de eene dan aan de andere soort. Mijn ondervinding doet mij vermoeden, dat er één mozaiekziekte is, maar dat de verschillende Solaneeën er in verschillende mate vatbaar voor zijn. Hierin zijn alle onderzoekers het echter eens, dat de mozaiekziekte der tabak niet op soorten uit andere familiën overgaat. De op mozaiekziekte gelijkende verschijnselen van Papilionaceeën enz. zijn dus niet met het Solaneeënmozaiek identiek.

Voor zoover ik deze quaestie dus thans beoordeelen kan, is het waarschijnlijk, dat de mozaïekziekte en dus ook de welvingsziekte van de aardappelplant dezelfde ziekte is als de mozaiekziekte

van de tabak, die tot zooveel onderzoekingen aanleiding heeft gegeven. Is dit juist, dan moet zij, evenals ALLARD dit voor de tabak heeft aangetoond, ook bij de aardappelplant overgebracht kunnen worden door bladluizen. Hierover dienen dus in de volgende jaren proeven te worden genomen. Voorts zal moeten worden nagegaan, welke rol het in ons land veel voorkomend onkruid *Solanum nigrum* speelt als smetstofdrager.

Maar wat vooral belangrijk is: de ervaringen over de tabaksziekte openen den weg tot de oplossing van het vraagstuk der bodembesmetting, ook voor de verwante bladrolziekte; want evenals ten opzichte van de verspreiding van de smetstof in de plant een groote mate van overeenkomst tusschen de mozaïekziekte en de bladrolziekte bestaat — in beide gevallen toch volgt zij den weg van de zeefvaten — zoo kan deze overeenkomst ook verwacht worden ten opzichte van den weg, dien de smetstof volgt om van den bodem in de plant te geraken. Reeds weten wij uit het vorige hoofdstuk, dat de primaire infectie, wanneer zij van buurplanten afkomstig is, door den bodem wordt overgebracht. Een vergroeiïng der wortels van naburige planten heeft niet plaats, dus de besmetting gaat òf door wonden òf zij volgt den weg, dien ook het water en de mineralen volgen, dus door de wortelharen, wortelschors, en houtvaten. In ieder geval zullen het de houtvaten moeten zijn, die de smetstof van uit de wortels naar de bladeren transporteeren, want eerst van de bladeren uit kan zij met de eiwitten in de zeefvaten komen. Zoo beschreef ik het binnendringen van uit den bodem in de plant in 1916 voor de bladrolziekte, en de analogie met de mozaïekziekte blijkt wederom, wanneer men hiermede vergelijkt BEIJERINK's waarnemingen bij de tabak. Hij schrijft:

„Wordt de grond, waarin tabaksplanten groeien, met het virus besmet, dan ziet men na eenigen tijd de ziekte in den eindknop verschijnen. Het tijdsverloop is daarbij verschillend en afhankelijk van de grootte der plant; bij kleine planten zag ik twee weken, bij grootere drie tot zes weken na de infectie de eerste ziekteverschijnselen aan de nieuw gevormde bladeren in den eindknop. Wortel en stengel moeten daarbij het virus soms tot op zeer aanmerkelijke afstanden wegvoeren en voortgeleiden. Verschillende waarnemingen schijnen te bewijzen, dat deze geleiding bij uitzondering langs het xyleem, dus met den waterstroom geschiedt, gewoonlijk echter den zoogenaamden afdalenden sapstroom volgt en dan vermoedelijk langs de phloeembundels gaat. Het eerste moet afgeleid worden uit de volgorde, waarin de ziekteverschijnselen optreden bij het invoeren van een groote hoeveelheid van het contagium in de stengelorganen, waarbij het allereerst die gedeelten der jonge bladen ziek worden, welke aan de sterkste transpiratie zijn onderworpen, zooals de toppen en de randen daarvan, die vrij uit den eindknop naar buiten steken".

Vervolgens besluit hij tot de geleiding van het virus langs het phloeem uit zijn reeds eerder in dit hoofdstuk geciteerde, op

middennerven van volwassen bladeren verrichte infectieproeven.

Bij de bladrolziekte heb ik kunnen aantoonen, dat van grond, waar eenmaal zieke planten gestaan hebben, later besmetting kan uitgaan op gezonde planten, al geschiedt dit dan ook niet altijd en al is ook de waarschijnlijkheid groot, dat het contagium aan in den grond achtergebleven levende deelen van de plant gebonden is. Bij de mozaïekziekte van den aardappel zijn hierover nog zeer weinig proeven genomen. Het is daarom van belang te weten, wat hiervan bij de mozaïekziekte van de tabak bekend is. Clinton komt op grond van talrijke proeven tot de conclusie, dat resten van mozaïekzieke stammen en bladeren weinig beteekenis als infectiebron hebben op het veld, maar des te meer op de zaaibedden. Hij kon aantoonen, dat het infectievermogen bij de rotting der weefsels langzamerhand verloren gaat. Op de zaaibedden evenwel treedt wel degelijk infectie op, een gevolg daarvan, dat in droge plantenresten de smetstof bewaard blijft en dat juist die droge resten veel voor bemesting der zaaibedden gebruikt worden. Deze waarnemingen komen geheel overeen met die van de tabaksverbouwers in Rhenen en Amerongen. Infectie komt zeer veel voor op de zaaibedden, waar tabaksafval is gebruikt; wanneer een gezonde plant gezet wordt op de plaats, waar een zieke is verwijderd geworden, dan wordt zij ziek; na den winter gaat echter in den regel van de plekken, waar zieke planten gestaan hebben, geen besmetting meer uit. Uit de waarnemingen van Oscar Loew (1900), bevestigd door Hunger (1903) blijkt, dat de mozaïekziekte na het overplanten veel meer optreedt in tabak, die uit droge zaaibedden was getrokken, dan bij tabak, die getrokken was, wanneer het bed vooraf flink was bevochtigd. In het eerste geval worden de wortels veel meer verwond dan in het tweede. Allard (1917) vermeldt, dat de smetstof alleen door den verwonden, niet door den gaven wortel wordt opgenomen.

PHYSIOLOGISCH GEDEELTE.

V. De beteekenis der zeefvaten uit physiologisch en pathologisch oogpunt. Stofvervoer en enzymwerking in gezonde, bladrolzieke en mozaiekzieke planten. Zeefvatenziekten of leptosen. Vergelijking tusschen de pathologie der hoogere dieren en die der hoogere planten.

Men is het er algemeen over eens, dat de eiwitstoffen circuleeren in de zeefstrengen om zich te begeven van de bladeren

naar de onderaardsche stengels en de wortels of wel naar de groeiende stengeltoppen, de knoppen, bloemen en vruchten. De aanwezigheid dezer stoffen toch kan door microchemische reacties overal in de zeefvaten worden aangetoond.

Maar worden de georganiseerde stoffen, die in de bladeren zijn gevormd, in hun geheel door de zeefvaten vervoerd, of zijn het slechts de eiwitachtige lichamen, die dezen weg volgen, terwijl de koolhydraten zich verplaatsen in het schorsparenchym van cel tot cel door een diffusieproces, dat een gevolg is van de evenwichtsverstoring, die bij de omzetting van suiker in zetmeel ontstaat? Dit is een der vraagpunten, waarover veel gestreden is in de physiologie.

Men vindt de koolhydraten als zetmeel en gedeeltelijk als reduceerende suikers in de schors en het merg der stengels, voornamelijk in die laag der schors, welke de vaatbundels omvat en die zetmeelscheede genoemd wordt; of wel men vindt ze in den vorm van reduceerende suikers in schors en merg der wortels; in het vegetatiepunt der wortels en in het wortelkapje ook als zetmeel. SACHS (1863) trok daaruit de gevolgtrekking, dat men met een circulatie door het parenchym te doen heeft. Maar strikt genomen kan men er niets anders uit afleiden, dan dat de koolhydraten zich kunnen ophoopen in de parenchymscheede, welke de vaatbundels omvat.

HANSTEIN (1860) trachtte langs experimenteelen weg de quaestie van de beteekenis der zeefvaten voor het transport der koolhydraten op te lossen. Hij merkte een eigenaardig onderscheid op tusschen de wijze, waarop verschillende plantensoorten reageeren op het wegsnijden van een schorsring. Er vormden zich geen wortels onder den ring bij plantensoorten, die alleen buiten het hout van zeefvaten zijn voorzien, terwijl er op die plaats wel wortelvorming plaats heeft bij plantensoorten, waarbij ook binnen den houtring zeefvaten voorkomen. In dit laatste geval moet de neerdalende sapstroom plaats gehad hebben door de mergstandige zeefstrengen. Wanneer toch die stroom zich verplaatste door de parenchymatische weefsels zou wortelgroei onder den ring ook moeten plaats hebben bij planten, die geen zeefvaten binnen den houtring bezitten.

SACHS geeft dit niet toe; hij is van meening, dat de wortelvorming niet kan plaats hebben, wanneer de toevoer van eiwitten niet voorafgaat aan die koolhydraten. Hij leidt dit af uit de volgende waarneming: De inhoud der vegetatiepunten bestaat voor 't grootste gedeelte uit groeiend protoplasma en eiwit, terwijl koolhydraten nog afwezig zijn. Zoodra de celdeelingen voltrokken zijn, neemt het eiwitgehalte af; er treden intercellulairen op; in de cellen zet zich zetmeel af, dat bij de nu volgende celstrek-

kingen in reduceerende suikers omgezet en voor den celwand als cellulose verbruikt wordt. Is de cel volwassen dan is alle suiker en zetmeel verbruikt; alleen zoolang nog wandverdikking plaats heeft, is er suiker aanwezig. Hanstein zou nu, volgens Sachs, niets anders bewezen hebben, dan dat de zeefvaten, door eiwit toe te voeren, moeten medehelpen aan het transport der bouwstoffen voor de wortels, niet dat alle bouwstoffen, dus ook de koolhydraten, door deze vaten worden vervoerd.

Het zou mij te ver voeren om de proeven van Schimper (1885) te beschrijven, die steun schijnen te geven aan de opvatting van Sachs, of die van andere schrijvers, welke het voor Hanstein opnemen. Dit is te meer overbodig nu kort geleden van de uitvoerige literatuur over dit vraagpunt een kritisch overzicht is verschenen van de hand van E. W. Schmidt (1917). Deze schrijver komt tot de slotsom, dat het wel waarschijnlijk is, dat de koolhydraten door de zeefvaten gaan, zonder dat er evenwel het bewijs voor is geleverd, een conclusie geheel afwijkend van die van E. Perrot (1899) luidende:

„Il semble donc que les hydrates de carbone, dont la présence ne fait aucun doute dans les tubes criblés de la plupart des vegetaux, n'existent pas dans ces organes en quantité suffisante, pour expliquer l'emmagasinage de ces substances dans les tissus voisins, et que leur migration, par un processus different de celui des substances albuminoides, est absolument necessaire".

Men zou om de beslissing in deze moeilijke zaak langs experimenteelen weg te verkrijgen, de zeefstrengen uit de plant willen wegnemen, maar is er wegens de buitengewone fijnheid dezer organen tot op heden niet in geslaagd, dat te doen zonder de parenchymscheeden tegelijkertijd te beschadigen.

Uit physiologisch oogpunt is het dus niet zonder belang een vergelijkende studie te maken van het transport der koolhydraten bij gezonde en bij bladrolzieke aardappelplanten. Juist de zeefvaten en geleidecellen toch zijn onwerkzaam geworden in de zieke planten, terwijl de parenchymatische weefsels geheel intact zijn gebleven. Past men de joodreactie van Sachs (dooden in kokend water, uittrekken met warme alcohol, waarnemen in verdunde jood-joodkalioplossing) toe op de bladeren van gezonde en zieke planten, dan blijken beide vol zetmeel te zitten als de zon er eenige uren lang flink op geschenen heeft. Maar vergelijkt men ze eenige uren na het invallen van de nachtelijke duisternis, of des morgens vroeg, dan blijken de bladeren van gezonde planten al hun zetmeel te hebben verloren; die van de zieke zijn er nog geheel mede gevuld. Het schijnt dus wel, dat de quaestie hiermede ten gunste van het transport der koolhydraten door de zeefvaten is beslist, maar wanneer men verder

nadenkt blijft toch de tegenwerping van SACHS, dat een dergelijk resultaat ook verklaarbaar is, wanneer de zeefvaten niet anders doen dan de voor het begin der groeiprocessen noodige eiwitten aanvoeren, van kracht. Men stelle zich slechts voor, dat de knollen niet kunnen groeien door gebrek aan eiwit, dat dientengevolge geen zetmeel in de knollen wordt afgezet, geen concentratieverschil tot stand komt tusschen de onder elkaar liggende schorscellen, geen diffusie van suiker uit de hooger gelegen cellen naar de lagere kan plaats hebben, — en men begrijpt direct, dat het niet noodig is een beweging der koolhydraten door de zeefvaten aan te nemen ter verklaring van het gevuld blijven der bladeren van zieke planten.

De onjuistheid van deze tegenwerping wordt evenwel door de volgende experimenten aangetoond. Ten eerste kan men van de groeiende plant zonder hare wortels te beschadigen de knollen afnemen, of wel men kan planten bestudeeren, van welke de stolonen door *Hypochnus solani* PRILL. et DELACR (*Rhizoctonia solani* KÜHN) zijn afgesnoerd. Men bemerkt dan, dat het zetmeel aanvankelijk nog wel uit de bladeren wordt afgevoerd, maar dat het opgehoopt blijft in de parenchymatische weefsels van den stengel. Na eenigen tijd vormen zich in de oksels der laagst geplaatste bladeren knolletjes; de knoopen verdikken zich, de houtring ontwikkelt zich abnormaal sterk; de geledingen krijgen ten opzichte van elkaar een zigzag-verloop. VÖCHTING (1887) beschrijft planten, die tengevolge van het wegnemen der knollen deze symptomen te zien gaven, als „stärkekrank". Ten slotte is de zetmeelafvoer uit de bladeren eenigszins belemmerd, maar nooit in zoo sterke mate als door de phloeemnecrose. De belemmering van den groei der knollen heeft dus heel andere verschijnselen tengevolge dan het afsterven der zeefvaten.

In de tweede plaats kan men de joodreactie van SACHS toepassen op afgesneden bladeren van gezonde en bladrolzieke planten. De proef is genomen met bladeren, die des avonds zijn afgesneden en, met de stelen in water gedompeld, in een donkere ruimte bewaard. Het blijkt dan, dat gezonde bladeren, zij het ook iets langzamer dan wanneer zij aan de plant zijn blijven zitten, hun zetmeel verliezen; zieke bladeren behouden ook nu hun zetmeel. De verklaring van het gevuld blijven der laatste kan nu niet meer liggen in het feit, dat de knollen niet groeien; er schijnt geen reden te zijn waarom — wanneer de normale transportbaan der koolhydraten in de zetmeelscheede ligt — daarvan thans niet gebruik gemaakt wordt. Het normale transport der koolhydraten moet dus wel door de zeefvaten plaats hebben.

Toch is — en dit wordt duidelijk, wanneer wij bladrol- en mozaiekziekte vergelijken — het absolute bewijs nog niet geleverd

voor het vervoer van de hoofdmassa der koolhydraten door de zeefvaten. Alvorens evenwel tot deze vergelijking wordt overgegaan moge hier de belemmering van den zetmeelafvoer bij bladrolzieke planten in beeld worden gebracht.

Figuur 43 geeft een schematische voorstelling van een gezonde plant, waarin door arceering een denkbeeld is gegeven van den zetmeelvoorraad, dien men er des morgens vroeg in vindt. De bladeren hebben al hun zetmeel afgegeven aan den stengel; deze op zijn beurt heeft bijna alles afgestaan aan de stolonen, welke het naar de knollen hebben vervoerd; alleen onder in den stengel is nog een kleine hoeveelheid aanwezig. Welk een verschil met fig. 44. die den toestand in beeld brengt van een secundair zieke plant. De lager geplaatste bladeren, welke men aan hun rolling als ziek herkent, kleuren zich nog even donker met jodium als den vorigen avond. Dat deze zieke bladeren al spoedig ook niet meer assimileeren is duidelijk. Dat zij zoo goed als niets aan den stengel hebben afgegeven, blijkt ook daaruit, dat deze bijna geen zetmeel bevat. Alleen in den top van den stengel is eenig zetmeel aanwezig; dit is blijkbaar afkomstig van de hooger geplaatste bladeren, die nog een gezond uiterlijk hebben en bij welke alleen in de stelen de zetmeelafvoer is belemmerd. Door een zwarte lijn is de phloeemnecrose aangeduid. Deze lijn ontbreekt in de hooger geplaatste bladeren; zij is aanwezig in de zieke bladeren, loopt in den stengel af en verbreedt zich naar onder toe, ten teeken, dat de phloeemnecrose onder in den stengel haar maximum bereikt. Dat de zeefvaten in den stengel dood zijn, is blijkbaar de reden, waarom het van de bovenste, nog gezonde bladeren afkomstig zetmeel boven in den stengel blijft opgehoopt.

Een dergelijk onderzoek is verricht bij in de vroegte verzamelde primair zieke planten (fig. 45). Men wordt daarbij getroffen door het feit, dat het hier juist de bovenste bladeren zijn, die phloeemnecrose vertoonen, ofschoon nooit in zoo sterke mate als de secundair zieke planten; vandaar dat de zwarte lijn iets minder dik is geteekend. Deze bovenste bladeren zijn het, die hun zetmeel vasthouden. De necrose is een eindweegs in den stengel te vervolgen, maar verder naar beneden wordt zij steeds zwakker; ten slotte is zij nauwelijks meer waarneembaar; vandaar dat de lijn reeds in 't midden en lager in den stengel uiterst fijn wordt. De lager geplaatste bladeren hebben nog gezonde zeefvaten en voeren hun zetmeel ook af, maar het blijft in de bladstelen nog gedeeltelijk zitten, blijkbaar als gevolg van de omstandigheid, dat de afvoer in den stengel door de zwakke necrose belemmerd is. In de primair zieke planten nu is de stengel buitengewoon rijk aan zetmeel, het gevolg daarvan,

dat het vervoer door de zwak zieke zeefvaten, ofschoon het niet geheel stilstaat, toch veel te gering is om gedurende den nacht een totale ontlasting tot stand te brengen.

Men vraagt zich af of het transport van koolhydraten in de sterk of secundair zieke planten absoluut is verhinderd, dan wel of er nog een geringe hoeveelheid getransporteerd kan worden. Het antwoord hierop vindt men door stekken te snijden van zieke en van gezonde stengels. De eerste maken een uiterst klein wortelstelsel en een klein knolletje, de tweede bewortelen zich rijkelijk, groeien een eind door en sterven dan af na een vele malen grooteren opbrengst te hebben gegeven. Er passeert dus nog wel iets door de stengels met necrotische zeefvaten, maar het is een uiterst klein gedeelte van wat door de gezonde zeefvaten wordt vervoerd.

Door de hier beschreven waarnemingen is een tegenspraak opgelost, die bestond tusschen een mededeeling van Jordi (1913) en wat ik zelf had opgemerkt. Jordi had na het verschijnen van mijn eerste beschrijving der phloeemnecrose het voorkomen van dit anatomisch kenmerk bij bladrolzieke planten bevestigd; maar voegde daaraan toe, dat de stengels en bladstelen van bladrolzieke planten steeds veel meer zetmeel bevatten, dan die van gezonde planten derzelfde soort, welke op hetzelfde veld en en terzelfder tijd zijn verzameld. Zelf had ik bij het vergelijkend onderzoek van zieke en gezonde stengels laat in den zomer dikwijls opgemerkt, dat in de doorsneden der eerste geen zetmeel aanwezig was, terwijl die der laatste er rijk aan waren. Het blijkt nu, dat de rijkdom aan zetmeel zeer verschilend is bij primair en secundair zieke planten. Maar bovendien wanneer men de primair zieke buiten beschouwing laat en gezond met secundair ziek vergelijkt, dan hangt het af van de plaats, waar men snijdt, of rijkdom dan wel armoede aan zetmeel zal worden geconstateerd. Snijdt men door den top dan zijn de gezonde planten arm, de secundair zieke rijk aan zetmeel, snijdt men nabij den voet dan is het juist omgekeerd.

Nog een ander verschijnsel breng ik in verband met de hier vermelde waarnemingen. Bij het verzamelen van vruchten van gezonde en zieke Paul Krüger-planten is het mij in verschillende jaren opgevallen, dat de gezonde planten bijna alle hun vruchten reeds voor de rijping verloren hadden; aan zieke zoowel secundair als primair zieke, blijven er veel meer zitten. In de figuren der 's morgens vroeg onderzochte planten ziet men, dat bij de gezonde de bloemstelen geen zetmeel bevatten; bij de zieke wel.

Het onderzoek der doorsneden op zetmeel heb ik laten vergezeld gaan van een onderzoek op eiwit door middel van de biureetreactie en op reduceerende suikers door middel van

Fehling's proefvocht. Typische verschillen tusschen gezonde en zieke planten zijn bij de eiwit- en suikerreactie echter niet opgetreden; misschien zou men ze bij quantitatieve bepalingen kunnen constateeren.

Hoewel door al het voorafgaande de waarschijnlijkheid zeer groot is geworden, dat de zeefvaten ook dienen voor het vervoer der koolhydraten, is het absoluut bewijs daarvoor toch nog niet geleverd. Het zou n.l. kunnen zijn, dat de amylase, welke het overdag in de mesophylcellen gevormde zetmeel tot suiker moet omzetten, ontbreekt in de zieke planten of omwerkzaam is gemaakt door de aanwezigheid van looistof, oxydeerende enzymen of andere plantenstoffen. Iets dergelijks toch schijnt voor te komen bij de verwante mozaiekziekte van aardappel en tabak. Wanneer men aardappelsoorten als Zeeuwsche Blauwe en Roode Star, bij welke de geelgroene plekken der mozaiekziekte sterk op den voorgrond treden, in den vroegen ochtend verzamelt en ze aan de joodproef van Sachs onderwerpt, dan blijkt het zetmeel in deze plekken nog aanwezig te zijn, terwijl het in gezonde bladeren of in de donkergroene gedeelten der zieke bladeren is verdwenen. Bij andere soorten, waar de kleursverschillen zwakker zijn, kan een verhindering van den zetmeelafvoer niet worden geconstateerd. Dezelfde waarneming heeft Woods (1899) gedaan bij mozaiekzieke tabak, terwijl het achterblijven van zetmeel in de lichtgroene partijen ook bij de mozaiekziekte der bieten is aan te toonen. Woods, die zijn aandacht wijdde aan de tabak, schrijft het verschijnsel toe aan oxydasen, die de amylase onwerkzaam zouden maken. Hunger (1903) kan zich hiermede niet vereenigen en zoekt de oorzaak van de verminderde amylase-werking in het hooge looistofgehalte der geelgroene vlekken. Bunzel in Amerika heeft het oxydasegehalte onderzocht bij bladrolzieke suikerbieten (1913) en bij aardappelplanten lijdende aan „curly dwarf" (1914), hetgeen zooals wij thans weten, niets anders is dan een sterke vorm der mozaiekziekte; hij vond hierin twee tot drie maal zooveel oxydasen als in gezonde planten derzelfde soort. Wat de bladrolziekte betreft, zijn slechts de knollen onderzocht op oxydeerende enzymen. Doby constateerde verhoogde oxydasewerking bij de knollen van zieke planten. Om twee redenen zijn zijn resultaten van geringe waarde. Ten eerste verwarden de Oostenrijksche onderzoekers, die het materiaal, waarvan Doby uitging, hadden verschaft, de bladrolziekte met andere ziekten; ten tweede wisten zij niet, dat een schijnbaar gezonde plant reeds ziek kan zijn. Van der Haar heeft daarom de enzymwerking nog eens aan knollen van door mij gekweekte gezonde en bladrolzieke Paul Krüger's bestudeerd. Hij kwam op grond van vergelijkende quantitatieve

bepalingen der enzymwerkingen op pyrogallol voor oxydasen, op zetmeel voor amylase en op rietsuiker voor invertase tot de conclusie, dat de zieke knollen door een verhoogde enzymwerking zijn gekenmerkt, waarin alle drie deze groepen betrokken zijn. Het verslag van zijn onderzoek volgt hier:

DIE ENZYMWIRKUNG IN GESUNDEN UND IN BLATTROLLKRANKEN KNOLLEN

VON

DR. A. W. VAN DER HAAR.

Die Untersuchung wurde an Kartoffeln von 5 gesunden Paul Krügerpflanzen, unter Ausschaltung einiger der allergrössten Knollen, und an Kartoffeln von 30 secundär blattrollkranken Pflanzen derselben Sorte, von welchen, um den Grössenunterschied nicht zu störend zu machen, nur die grössten herausgewählt wurden, vorgenommen. Es waren Lehmkartoffeln, und am selben Zeitpunkte gewonnen.

Einerseits wurde von beiden bestimmt: *Wasser- und Aschengehalt, in Wasser lösliche, reduzierende Saccharide vor und nach der Hydrolyse, Stärke-, und Roh- und Rein-Eiweissgehalt;* anderseits die *quant. Enzymwirkungen.*

In gut geschabten und gemischten Mengmustern wurden alle Bestimmungen sofort gemacht, und zwar derweise, dass sie alle in einem Tage beendet wurden, oder jedenfalls so weit gerückt waren, dass sie abgebrochen werden konnten. Es wurden mehrere Mengmuster genommen, und diese mit I, II, III und IV bezeichnet.

Wasser- und *Asche*bestimmung wurden nach der bekannten Methode vorgenommen.

Die Bestimmung der in Wasser löslichen, FEHLING'sche Lösung vor und nach der Hydrolyse reduzierenden *Zucker* (als Glucose und als Saccharose berechnet) geschah durch Titrierung, hauptsächlich nach der FEHLING-LEHMANN-SCHOORL'schen Methode, unter Zuhilfenahme der SCHOORL'schen Tabelle,[1]) wie folgt:

10 g. Masse wurde mit Wasser verrieben und auf 100 ccm. gebracht. Nach 1 Stunde wurde 50 ccm. des Filtrates gekocht und nach Abkühlung mit Wasser auf 200 ccm. gebracht, dann 4 × 40 ccm. abfiltriert.

2 × 40 ccm. wurden nach LEHMANN-SCHOORL titriert, und zweimal der blinde Versuch gemacht. Aus der Differenz der Anzahl ccm. $^1/_{10}$ N. Thio wurde die Anzahl mg. Glucose gefunden (also in 1 g. feuchter Substanz). Der Gehalt wurde in Prozenten der bei 105° getrockneten Substanz angeben.

Dann wurde „in duplo" 40 ccm. 12,5 pzt.iger Salzsäure während $^1/_2$ Stunde im Wasserbade hydrolisiert. Nach Abkühlung wurde 2 ccm. 14 pzt.iger Natronlauge zugegeben und wie oben titriert; aus der Differenz mit dem blinden Versuch wurde die Anzahl ccm. $^1/_{10}$ N. Thio der Glucose- und Saccharose-Bestimmung gefunden. Wird die Anzahl ccm. obengenannter Glucosebestimmung in Abzug gebracht, so ist aus der restierenden Anzahl ccm. $^1/_{10}$ N. Thio, die Menge Saccharose aufzufinden. Prozentische Berechnung wieder wie bei Glucose.

Die *Stärke*bestimmung erfolgte nach der Diastasemethode, und Titrierung nach der Hydrolyse der gebildeten Maltose, wie folgt:

5 g. Masse wurden mit 50 ccm. Wasser in ein Kölbchen gespült und gekocht. Nach der Abkühlung auf 50° wurde die Flüssigkeit während 2 Stunden bei 50° mit guter Malzdiastase behandelt. Es wurde wieder gekocht, auf 50° abgekühlt und die Diastasehinzufügung wie oben wiederholt. Das wurde noch einmal wiederholt. Jod-jodkalium

1) N. SCHOORL, Nederl. Tijdschr. v. Pharm. Chem. en Toxicol. II, 209 (1899).

wies die völlige Umsetzung der Stärke nach. Die Flüssigkeit wurde mit Wasser auf 250 ccm. gebracht. 150 ccm. des Filtrates wurden mit 15 ccm. 25 pzt.iger Salzsäure während ½ Stunde in Wasserbade erhitzt. Die Flüssigkeit wurde nach der Abkühlung mit Wasser wieder auf 500 ccm. gebracht; 25 ccm. (= 150 mg. feuchte Substanz) des Filtrates wurden, nach Hinzugebung von 4 ccm. 14 pzt.iger Natronlauge, wie oben titriert.

Nach Abzug der Anzahl ccm. $^1/_{10}$ N. Thio, nötig für die in 150 mg. feuchter Substanz ursprünglich anwesenden Glucose und Saccharose, wurde aus der restierenden Anzahl ccm. $^1/_{10}$ N. Thio die Menge Stärke aus der Tabelle aufgefunden.

Der Prozentgehalt wurde auch hier wieder auf bei 105° getrockneter Substanz berechnet.

Bemerkung: Meistens entfernt man vorher durch Auswaschung mit 10 pzt.igem Alcohol die in Wasser löslichen Saccharide. Weil die Filtrierung hier sehr langsam verlief, wurde in Bezug auf die Enzymwirkungen und aus praktischen Gründen diese Auswaschung unterlassen und wie oben angegeben gehandelt. Die kleine Menge Zucker, welche in den 3 × 200 mg. Diastase vorkommt, wurde vernachlässigt, weil bei gesunden und kranken Knollen in derselben Weise verfahren wurde.

Der *Roh-* und *Reineiweiss*gehalt wurde in der gewöhnlichen Weise aus der KJELDAHL-Bestimmung berechnet.

Bestimmung der Enzymwirkungen.

Von quantitativer Bestimmung der Enzyme in chemischem Sinne ist hier natürlich keine Rede; ihre Wirkung wurde an verschiedene Substanzen studiert, und die erhaltenen Endprodukte quantitativ bestimmt.

Auf diese Weise wird ein Maass für die spezifischen Wirkungen gegeben und ist Vergleich zwischen den Enzymen in gesunden und kranken Knollen möglich geworden.

Die Bestimmungen wurden im frischen Safte gemacht, nicht nach Präzipitierung der Enzyme mittels Alcohols, weil in letzterem Falle z. B. die Wirkung der Oxydasen bis auf ⅓ zurückging, wie mir aus quant. Purpurogallinbestimmungen klar wurde. 200 g. Masse wurde ausgepresst und diese Manipulation so oft wiederholt, bis 200 ccm. Flüssigkeit erhalten wurde; sie wurde durch Papier filtriert. Alle Manipulationen wurden möglichst schnell ausgeführt.

a. *Amylase (Diastase).*

1. 15 ccm. Flüssigkeit (= 15 g. feuchte Substanz) wurden mit 7 g. einer 2 pzt.igen Stärkelösung während 4 Stunden bei 45° zur Einwirkung hingestellt.

2. 15 ccm. Flüssigkeit wurden gekocht und in derselben Weise behandelt, also die Enzyme abgetötet.

Nach 4 Stunden wurde 1 gekocht, und nach Abkühlung auf 100 ccm. gebracht. In 40 ccm. (= 6 g. feuchter Substanz) des Filtrates, wurde wie früher, titriert, und die Zucker berechnet, was für Vergleichsversuche ohne Schaden geschehen kann. Ebenso wurde 2 behandelt. Die Differenz zwischen 1 und 2 ist der Glucosewert der Amylasewirkung.

Maassstab: Der Prozentgehalt an titrierte Glucose, auf die bei 105° getrocknete Kartoffelmasse berechnet.

Wurde z. B. in 6 g. feuchter Substanz, in welcher a g. trocken vorliegt, b mg. Glucose als Differenz von 1 und 2 titriert, so ist die Amylasewirkung $\frac{100}{a} \times b = p$ %.

b. *Invertase.*

1. 15 ccm. (= 15 g. feuchte Substanz) wurden mit einer Lösung aus 500 mg. Saccharose in 5 ccm. Wasser während 4 Stunden bei 30° zur Einwirkung hingestellt.

2. 15 ccm. wurden gekocht und nach Abkühlung wie bei 1 behandelt. Dann wurde 1 gekocht und nach Abkühlung mit Wasser auf 100 ccm. gebracht. In 40 ccm. Filtrat wurde wie früher titriert und der Zucker als Saccharose berechnet.

Ebenso wurde 2 behandelt. In 1 ist ein Teil der Saccharose in Glucose und Fructose verwandelt. Die Differenz zwischen 1 und 2 ist ein Maass für die Invertasewirkung.

Maassstab: wie bei Amylase.

c. *Emulsin.*

1. 15 ccm. Flüssigkeit (= 15 g. feuchte Substanz) wurden mit 500 mg. Amygdalin in 5ccm. Wasser während 4 Stunden bei 30° zur Einwirkung hingestellt.

2. 15 ccm. wurden gekocht und nach Abkühlung in derselben Weise behandelt.

Dann wurde 1 gekocht und nach Abkühlung mit Wasser auf 100 ccm. gebracht. 40 ccm. des Filtrats wurden wieder wie oben titriert. Ebenso wurde 2 behandelt. Die Differenz zwischen 1 und 2 ist ein Maass für die Emulsinwirkung.

Maasstab: Wie bei Amylase.

d. *Oxydasen.*

Es wurde die Total-Oxydase, d.h. die direkte Oxydase + Peroxydase + Tyrosinase bestimmt. Die oxydierende Wirkung wurde an Pyrogallol, mit Hilfe neutraler Wasserstoffperoxydlösung studiert, und das abgeschiedene Purpurogallin gewogen.

Ich erfuhr, das vermehrte Hinzufügung von Peroxyd und Pyrogallol eine verminderte Menge Purpurogallin gab:

16 ccm. Flüssigkeit + 16 ccm. 1 % H_2O_2 + 1 g. Pyrogallol gab 177 mg.
16 „ „ + 16 „ 1 „ „ + 2 g. „ „ 157 mg.
16 „ „ + 25 „ 1 „ „ + 3 g. „ „ 131 mg.

Es wurde nun ein möglichst günstiges Verhältnis gewählt; für ein Vergleich zwischen gesunden und kranken Knollen ist das sonst wenig ausschlaggebend, weil in beiden Fällen in derselben Weise verfahren wird.

1. 15 ccm. Flüssigkeit (= 15 ccm. feuchte Substanz) wurden mit 1 g. Pyrogallol in 5 ccm. Wasser und 15 ccm. 1 % Peroxyd während 24 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur zur Einwirkung hingestellt.

2. 15 ccm. wurden gekocht und nach Abkühlung in derselben Weise behandelt.

Bestimmung 2 ergab nur 1 mg. Unlösliches und wurde daher vernachlässigt.

Maassstab: Die Wirkung wurde in Prozenten Purpurogalin, auf trockne Substanz, berechnet. Z.B.: 15 ccm. Flüssigkeit = 3.779 g. trockne Substanz gab 239 mg. Purpurogallin, also war der Wirkungsgrad $\frac{100}{3.779} \times 0.239\ \% = 6.32$.

Bemerkung: Alle Bestimmungen wurden „in duplo" gemacht; der mittlere Wert wurde in nebenstehende Tabelle eingetragen, aus welcher hervorgeht, dass in Knollen blattrollkranker Kartoffelpflanzen eine *erhöhte,* und zwar eine etwa 1.5 mal so hohe *Invertase-, Amylase-,* und *Oxydasenwirkung* aufgefunden wurde, (keine erhöhte Emulsinwirkung), in Vergleich mit gesunden Exemplaren.

Der Unterschied in der Amylasewirkung ist tatsächlich noch etwas grösser wie angegeben wurde. In gesunden Knollen kommt näml. mehr Saccharose vor wie in kranken. Beim Amylaseversuch nun wirkt die anwesende Invertase auf das im Safte von vornherein schon anwesende Disaccharid und bildet daraus reduzierendes Saccharid, welches bei der Amylasebestimmung in 1 mitgerechnet wird; natürlich nicht in 2; dadurch würde 0.35 der Tabelle etwas kleiner werden. Das ist ebenso der Fall mit 0.57 der kranken Knollen; weil hier der Disaccharidgehalt etwa $^1/_{10}$ des Gehaltes in gesunden Knollen beträgt, ist der Unterschied kleiner wie bei 0.35 (in 6 g. feuchter Substanz

des Versuches aus der Tabelle etwa 18 mg. Disaccharid in den gesunden, und etwa 1.8 mg. in den kranken Knollen). Der Unterschied in der Amylasewirkung zwischen gesunden und kranken Knollen wird also noch um ein Geringes grösser sein als die Differenz zwischen 0.35 und 0.57.

	GESUNDE KNOLLEN (Paul Krüger)				BLATTROLLKRANKE KNOLLEN (Paul Krüger)			
Muster	I	II	III	IV	I	II	III	VI
% Wasser	76.9	75.5	76.4	75.3	75.55	76.—	—	77.1
% Asche	3.6	4.05	4.2	4.05	4.3	5.05	—	—
% in Wasser lösl. reduz. Saccharide	5.45	2.67	3.74	—	0.45	0.2	—	—
% in Wasser lösl. Disaccharide	0.62	2.36	1.1	—	0.25	0.13	—	—
% Stärke	72.4	71.6	75.7	—	76.24	80.4	—	—
% Roh-Eiweiss	6.6	7	7.2	—	13.09	11.77	—	—
% Rein-Eiweiss	6.36	—	7.2	—	9.46	9.83	—	—
% andere N.-Verbindungen	0.24	—	0	—	3.63	1.94	—	—
Amylase	—	—	—	0.35	—	—	—	0.57
Invertase	—	—	—	0.26	—	—	—	0.34
Emulsin	—	—	—	0.14	—	—	—	0.14
Oxydasen	—	6.63	—	6.45	—	9.27	—	10.94

Mag men nu uit al deze feiten de conclusie trekken, zooals door Woods gedaan wordt, dat deze verhoogde oxydasewerking in oorzakelijk verband staat tot de reductie van het chlorophyl in de bleeke plekken der mozaiekzieke bladeren en tot de verhindering van den zetmeelafvoer? Ja Woods gaat nog veel verder; hij zegt, dat de ziekte in de tabaksplant ontstaat als gevolg van het toppen. Het wegnemen van bladeren heeft een verminderden toevoer van assimilaten aan de groeiende zijspruiten ten gevolge. Hierdoor zou het oxydeerend enzym in hoeveelheid toenemen en op het chlorophyl gaan inwerken. Dat de ziekte besmettelijk is acht hij met zijn hypothese niet in strijd. In andere planten overgebracht zou het enzym ook deze ziek maken:

„On the other hand, the most remarkable thing is that the introduction of the enzyms in question sets up the same series of pathological changes as is brought about bij the removal of reserve food, namely, the increase of the normal enzyms of the cell, and the decrease of availability of reserve foods".

Wood's opvatting komt hierop neer: door ingrijpen in de plant stoort men het physiologisch evenwicht; de oxydeerende enzymen vermeerderen zich; op gezonde planten overgebracht zijn deze oxydasen (en peroxydasen) in staat daarin ziekte te verwekken. Door sommige auteurs is deze zienswijze overgenomen; Sorauer

heeft in de derde druk van zijn bekend handboek onder den invloed van WOODS een groep „enzymatische Krankheiten" opgesteld, vandaar dat ik hier wel op deze quaestie moet ingaan. WOODS hypothese herinnert aan het dogma der spontane generatie. Het zal in het volgende hoofdstuk blijken, dat de verklaring der mozaiekziekte als een bacteriëel proces veel natuurlijker is. Maar reeds uit physiologisch oogpunt moet men het standpunt van WOODS als onjuist beschouwen. Ten eerste blijkt uit VAN DER HAAR'S onderzoek, dat het niet juist de oxydeerende, maar ook allerlei andere enzymen zijn, die, althans bij de bladrolziekte, abnormaal werken. In de tweede plaats komen verschijnselen als verminderde zetmeelafvoer of verhoogde enzymwerking bij de meest uiteenloopende aantastingen voor. Tomatenbladeren, die door *Cladosporium fulvum* zijn aangetast, vertoonen bleeke vlekken; aan de onderzijde daarvan treedt de schimmel naar buiten. Wanneer men zulke bladeren des morgens vroeg op zetmeel onderzoekt, dan blijkt deze stof juist daar nog aanwezig te zijn, waar de schimmel is binnengedrongen; eveneens is de zetmeelafvoer belemmerd in erwten- en boonenbladeren, die tengevolge van aantasting door *Tetranychus telarius* bleeke vlekken vertoonen. WOODS geeft voorbeelden van verhoogde oxydasewerking in bladvlekken, welke door de steken van Aphiden zijn veroorzaakt. Ja zelfs planten, die armoede lijden, kunnen dientengevolge een verhoogd oxydasegehalte hebben (BROWN en MORRIS 1893). Het aantal gevallen, waarbij verhooging van het oxydasegehalte en belemmering van den zetmeelafvoer hand in hand gaan, zal ongetwijfeld nog veel grooter zijn. Wij hebben hier te doen met plantencellen, die gedood of in hun levensverrichtingen gestoord zijn, zonder dat de fermenten zijn vernietigd; de fermentwerking wordt nu niet meer door de levende of normaal werkende protoplast in de goede banen geleid. „Die nach Abtötung der Zellen eintretende zwecklose Tätigkeit der Fermente beweist, dass letztere nur untergeordnete Lebensfunktionen ausüben" (PALLADIN 1911). Deze uitspraak van PALLADIN mag men, zooals uit het voorafgaande blijkt, ook tot de zieke cellen uitbreiden. Wij mogen dus aan de verhoogde oxydasewerking geen al te groote beteekenis toekennen voor de belemmering van den afvoer van zetmeel uit de zieke plekken der mozaiekbladeren. Veel eer ben ik geneigd ook bij deze ziekte de oorzaak van den belemmerden zetmeelafvoer te zoeken in de zeefvaten. Wel is waar heb ik geen phloeemnecrose kunnen waarnemen bij de erdoor aangetaste bladeren, maar wij weten, dat de smetstof zich in de plant langs de banen van den neerdalenden sapstroom verspreidt en van daaruit haar werking op de cellen van het mesophyl uitoefent. Daarom ook heb ik de in zoovele opzichten

met elkaar overeenkomende bladrol- en mozaiekziekte onder het begrip zeefvatenziekten (leptosen) samengevat, een naar mijne meening heel wat scherper begrensde rubriek van ziekten dan de groep „enzymatische Krankheiten”. Dat deze samenvatting tot heel wat kritiek aanleiding zal geven daarvan ben ik overtuigd; zelf heb ik in de inleiding dezer verhandeling reeds de bedenkingen genoemd, die men er tegen in zou kunnen brengen; ik meen echter dat het begrip zeefvatenziekten, dat voor mij werkhypothese is geweest, dit voor anderen ook kan zijn en dat men het niet bij bedenkingen zal moeten laten maar onderzoekingen zal moeten instellen. Wanneer dan blijkt dat inplaats van mijne wijze van voorstellen een betere kan worden gegeven, zal ik de eerste zijn om te erkennen, dat het begrip zeefvatenziekten nog slechts historische waarde heeft. Welke ziekten naar mijne meening meer tot deze groep gebracht moeten worden, daarover handelt het volgende hoofdstuk.

Nog op een zaak wil ik hier de aandacht vestigen. Men maakt zich meestal de voorstelling, dat er een zeer groot verschil is tusschen de ziekten der hoogere dieren en die der hoogere planten, verband houdende met de belangrijke anatomische en physiologische verschillen tusschen deze beide groepen van levende wezens. Bij de eerste groep is in de reactie op pathologische prikkels, zelfs wanneer die zeer locaal werken, in den regel het geheele lichaam betrokken. Zoo volgt b.v. op een plaatselijke infectie ontsteking, waarbij de lymphevaten hun inhoud van groote afstanden aanvoeren, of wel temperatuursverhooging, spiercontractie, zenuwaandoening, pijn, enz. Bij de plant niets van dit alles. Hare sappen zijn besloten in den protoplast, deze op zijn beurt in den vasten celwand. Alle cellen zijn aan elkaar verbonden; er is geen uitstorting van cellen, zooals dit bij de dieren met leucocyten geschiedt.

„Si nous ajoutons” zegt P. VUILLEMIN (1895) in een artikel van gelijke strekking in „Traité de pathologie générale”, „Si nous ajoutons que la plante n'a pas de système nerveux, capable de rendre l'organisme entier solidaire d'une altération locale, qu'elle possède, au contraire, des parties suffisamment indépendantes pour continuer à prendre un développement normal, quand d'autres parties sont atrophiées, déformées ou même totalement détruites, nous pourrons conclure que la généralisation d'une maladie locale n'est pas a craindre, chez des êtres ou la centralisation des fonctions est toujours imparfaite”.

Hetgeen bekend is geworden omtrent de zeefvatenziekten doet nieuwe punten van overeenkomst ontdekken met de veterinaire pathologie. Niet alleen verspreiden zich deze ziekten door de geheele plant, zij gaan ook via de knollen op het nageslacht over. Maar ook voor de geneeskunde van den mensch zijn de

hier behandelde verschijnselen niet zonder beteekenis. Zij doen ons zien, dat de aardappelziekten, welke men een tijdlang als erfelijke afwijkingen beschouwd heeft, slechts in schijn erfelijk, in werkelijkheid besmettelijk zijn. Hoeveel zwaktetoestanden zijn er niet bij den mensch en de hoogere dieren, bij welke het zooveel moeilijker is uit te maken of zij besmettelijk en pseudohereditair, dan wel erfelijk zijn. Men moet er in 't algemeen zeer voorzichtig mede zijn zulke verschijnselen als erfelijk te beschouwen.

Ook het gepaard gaan der zeefvatenziekten met verhoogde oxydasewerking doet een overeenkomst met de dierlijke pathologie ontdekken. LECLERC DU SABLON (1912) vergelijkt de vermeerdering der ademhalingsenergie bij verwonde plantendeelen met het optreden van koorts bij den mensch; ook BUNZEL maakt deze vergelijking naar aanleiding van zijn onderzoek over de verhooging van het oxydasegehalte bij de welvingsziekte van aardappelen.

VI. De besmettelijke bontheid der Malvaceeën. De phloeemnecrose van de koffie. Analoge ziekten van suikerriet, voederbiet, moerbeiboom, perzik. Is de oorzaak een virus of een organisme?

Behalve de bladrolziekte en de mozaiekziekte van de aardappelplant zijn er in den tuinbouw en de phytopathologie nog een aantal andere verschijnselen bekend geworden, waarvan de oorzaak moet gelegen zijn in een smetstof, die van uit de zeefvaten haar werking ontplooit.

LINDEMUTH's bekende onderzoekingen (1878 en 1907) hebben ons bij de Malvaceeën twee soorten bontbladerigheid leeren kennen. Er zijn „albomarginate" variëteiten, waarvan dus het bont evenals van sommige aardappelvariëteiten gelijkt op dat van de bonte *Acer Negundo* en de door BAUR beschreven periclinaal-chimaeren van *Pelargonium zonale*. Deze bontheid is niet besmettelijk. Maar er is ook een besmettelijke bontheid (infektiöse Panaschüre), waarbij een mozaiekachtige afwisseling optreedt tusschen gele en groene gedeelten van het blad. Daar hier de gele vlekken niet zoo sterk in groei bij de groene terugblijven, dat het blad zich welft, hebben de aangetaste planten geen ziekelijk uiterlijk, integendeel men kweekt ze om hun fraaie kleurschakeering. Zoover bekend is kan men een groene plant van een der vatbare soorten b.v. *Abutilon striatum* of *A. Thompsoni* alleen bont maken door er een spruit van een bont exemplaar op te enten. De nieuw uitloopende bladeren van den onderstam worden nu bont. Het pathologisch karakter van dit verschijnsel komt aan 't licht, wanneer men bonte loten ent op exemplaren

van andere Abutilonsoorten. Sommige soorten, b.v. *Abutilon indicum, A. Avicennae* en *Lavatera arborea* worden door LINDEMUTH „überempfänglich" genoemd, omdat zij, wanneer er een bonte spruit van de soort *Thompsoni* op geënt wordt, zoo sterk worden aangetast, dat de nieuwe bladeren in 't geheel niet groen worden en jong afvallen, zelfs kan de geheele onderstam tengevolge daarvan doodgaan. Er zijn er ook (de Abutilonvariëteit Erfurter Glocke en *Althaea rosea*), die een tusschenstadium vertoonen; de bleeke vlekken zijn hier in hun groei belemmerd, terwijl de groene partijen eenigszins bol gaan staan, zoodat een groote overeenkomst met de mozaiekzieke aardappelplanten voor den dag gaat treden. Tot de vatbare Malvaceeënsoorten behooren ook enkele vaste planten, o. a. *Sida Napeae;* van een met bonte Abutilon geënte plant liep de wortelstok het volgend voorjaar met verschillende spruiten uit, waarvan er sommige bont, andere geheel groen waren, „ein Zeichen, dass nicht alle Wurzelteile von der Panaschüre gleichmässig durchdrungen sind. Die Reproduktion der infectiösen Panaschüre durch die Wurzel an Staudengewächse ist eine ganz neue Erscheinung". Voor ons, die het aardappelmozaiek bestudeerd hebben, is zoowel het overgaan met de knollen als de ongelijkmatige verspreiding van de ziekteoorzaak op een zwak besmette plant een zeer gewoon verschijnsel. Nog in twee opzichten bestaat groote overeenkomst tusschen het besmettelijk bont der Malvaceeën en de aardappelziekten, n.l. dat de smetstof zich volgens ringproeven van BAUR door de schors beweegt en dat de ziekte niet met het zaad wordt overgebracht.

In 1917 publiceerde GEROLD STAHEL een korte mededeeling over de phloeemnecrose van de koffie, een wortelziekte, die reeds sedert 20 jaren de ernstigste van de Surinaamsche koffieziekten is. In de schors van wortel en stambasis zijn de zeefvaten afgestorven, dikwijls tot een hoogte van acht voet. De haarwortels sterven dientengevolge, daarna de dikkere wortels. Nòch plantaardige, nòch dierlijke parasieten konden als oorzaak worden vastgesteld.

Op de analogiën van de sereh-ziekte en de gele strepenziekte van het suikerriet met de bladrol- en de mozaiekziekte van de aardappelplant vestigde ik reeds in 1916 de aandacht; in het laatste hoofdstuk kom ik hier nog even op terug.

Tot de analoge verschijnselen behoort verder de mozaiekziekte der voederbieten, zich kenmerkende door tal van fijne bleekgroene vlekjes, die in den loop van den zomer in het hart van de bladrozet der uit zaad gewonnen planten ontstaan en tot een sterke reductie van den groei van den wortel aanleiding geven. Hierover zijn door LIND in Denemarken belangrijke waarnemingen

gedaan (1915). Hij had op de proefvelden te Lyngby een rij planten voor zaadwinning (dus overjarige planten), die mozaiekziek bleken te zijn. Hierop volgden 19 perceeltjes met jonge uit zaad gewonnen bieten. Des te dichter bij de zaadbieten deze gelegen waren, des te meer ziekte begon er in den loop van den zomer op te treden. De besmetting had plaats tot op een afstand van 300 M. Overgang van de ziekte met het zaad of van grond, waarop het vorig jaar zieke planten hadden gestaan, kon door hem niet worden geconstateerd. Hij vermoedt, dat de ziekte door Aphiden of wantsen wordt overgebracht. Deze ziekte komt in Holland ook voor.

Uit Japan ontving ik dit jaar een kort bericht van MIYAKE, alleen vermeldende, dat het onderzoek over de phloeemnecrose nieuw licht had geworpen op de studie van een verwante moerbeiziekte, de zoogenaamde „mulberry dwarf trouble". In Japan is deze ziekte bekend sedert men meer algemeen de boomen in den voorzomer tijdens de bladontwikkeling is gaan snoeien. Het doel is daarbij krachtig groeiende nieuwe scheuten met malsche bladeren te verkrijgen. Maar veelal treedt een verschrompeling dezer bladeren in, die van de bovenste naar de onderste toe voortgaat. Volgens SUZUKI zijn de zieke twijgen gekenmerkt door een sterke reductie van de zeefbundels; de zetmeelafvoer uit de bladeren is belemmerd en oxydasen en peroxydasen toonen een verhoogde activiteit. Tengevolge van den belemmerden zetmeelafvoer rijpt het hout weinig uit en is de wortelgroei onvoldoende. Bij herhaling van den zomersnoei gaan de boomen kwijnen of zij sterven af. SUZUKI (1902) komt tot de voorstelling, dat de ziekte een gevolg van den zomersnoei en dus niet besmettelijk is. Dat zij soms ook wordt gevonden bij niet gesnoeide boomen en dat WOODS de mozaiekziekte van de tabak ook heeft verklaard als een direct gevolg van het snoeien of toppen, zijn feiten, die door het korte bericht van MIYAKE meer beteekenis krijgen.

Bij de in Amerika zoo gevreesde perzikziekten „yellows" en „rosette" is het infectieus karakter vastgesteld (SMITH 1891). De eerste teekenen der ziekte verraden zich door te vroeg rijpe, roodgevlekte vruchten, een verschijnsel, dat doet denken aan de bontheid der bloemen van mozaiekzieke tabak of der vruchten van zieke tomaat. Vervolgens merkt men de voortijdige ontwikkeling van winterknoppen tot scheuten op, met teere geel of roodachtig aangeloopen bladeren, waarvan de randen zijn opgekruld. Bovendien loopen nog adventiefknoppen uit op den stam of de dikkere takken. Zoo ontstaan er, meestal eerst op sommige takken, geheele bossen teere twijgjes. Langzamerhand worden meer takken aangetast. Dit teere hout is slecht tegen den winter bestand. De boom verzwakt en sterft na enkele jaren af. De

„rosette" verspreidt zich veel spoediger over den geheelen boom, die in één of twee jaren te gronde gaat. Bij deze ziekte loopt niet, zooals bij gezonde boomen, slechts een deel van de winterknoppen uit, maar alle ontwikkelen zij zich, terwijl bovendien op stam en takken een aantal slapende knoppen uitbotten. De scheuten blijven echter uiterst kort en hebben stijve blaadjes met naar boven gerolde randen, die vroeg in het seizoen geel worden en afvallen, nadat er tal van roode plekjes op ontstaan. De okselknoppen kunnen nog hetzelfde seizoen uitloopen tot scheutjes, die zich wederom vertakken. De bloemen ontwikkelen zich laat, de vergommende vruchten vallen vroegtijdig af. Bij beide ziekten ontwikkelen de fijne worteltakken zich gebrekkig en sterven te vroeg af. Men krijgt uit de beschrijving van SMITH den indruk, dat de beide ziekten zeer verwant zijn; de tweede heeft echter een veel sneller beloop; terwijl de eerste optreedt in de Noordoostelijke staten van de Unie, is de tweede tot een kleiner gebied in de Zuidoostelijke staten beperkt. Dat beide ziekten besmettelijk zijn, heeft SMITH door enting der knoppen van zieke boomen op gezonde aangetoond. Hoe de natuurlijke besmetting plaats heeft weet men niet, maar het zijn niet altijd de naast zieke boomen staande individuën, die het eerst besmet worden; er heerscht dus een zekere grilligheid in de verspreiding.

Voorzoover dat bij zulke uiteenloopende plantensoorten mogelijk is, bestaat er een groote mate van overeenkomst tusschen deze perzikziekten en de bladrolziekte. Het zou zeker de moeite loonen om na te gaan of bij de perzik een belemmering van den afvoer der assimilaten uit de ziek wordende takken de aanleiding is tot het voortijdig uitloopen der okselknoppen en de atrophie der wortels en of de besmetting zich door de zeefvaten verspreidt. Dat de boomen ten slotte afsterven, terwijl de zieke aardappelplanten nog een oneindig aantal van zieke generaties kunnen voortbrengen, behoeft de analogie niet te verstoren. In den winter toch, als de aardappel op een vorstvrije plaats is opgeborgen, is de perzikboom met zijn onrijp hout aan de koude blootgesteld, terwijl, zooals SMITH aangeeft, de zieke takken bovendien zeer onderhevig zijn aan de aanvallen van *Scolytus rugulosus*.

Men moet uit de hier gemaakte vergelijkingen niet meer afleiden, dan wat ik ermede bedoel, n.l. het opstellen der volgende werkhypothese:

1ste. De hier behandelde ziekten kunnen tot één groep gebracht worden, welke zich kenmerkt door belemmerden afvoer der assimilaten.

2de. De oorzaak moet gezocht worden in een contagium,

dat van uit de zeefvaten zijn schadelijke werking ontplooit.

Nog enkele woorden over de hypothese dat microben de oorzaak zijn. BEIJERINCK is door zijn onderzoek over het tabaksmozaiek tot de conclusie gekomen, dat de smetstof niet corpusculair, maar opgelost is. Hij spreekt van een contagium fluidum, niet alleen omdat de smetstof door onverglaasd porcelein kan worden gefiltreerd, maar bovendien op grond daarvan, dat zij door agar diffundeert.

WOODS spreekt ook van een opgeloste smetstof en rekent haar te behooren tot de enzymen, zooals wij in het vorig hoofdstuk zagen. ROUX, die met NOCARD uit het longvocht van aan peripneumonie lijdend vee, dat ook door porcelein kan worden gefiltreerd zonder zijn virulentie te verliezen, ten slotte een uiterst kleine, alleen in den vorm van koloniën zichtbare microbe heeft kunnen kweeken, acht het bestaan van een geörganiseerde oorzaak, een „contagium animatum", waarschijnlijker. Er is over deze zaak veel gediscussieerd; over de argumenten, die door de vroegere schrijvers voor de eene of voor de andere hypothese worden aangevoerd, raadplege men EYKMAN (1905).

Slechts een paar waarnemingen van de laatste jaren, waaruit de onjuistheid van WOODS opvatting blijkt, wil ik hier aanvoeren:

1ste strijdt zij tegen hetgeen ik in het vorig hoofdstuk over het secundair karakter der oxydasewerking in zieke planten mededeelde;

2de heeft ALLARD aangetoond, dat het contagium van de peroxydase is te scheiden. De peroxydase gaat door filters met zeer fijne poriën („LIVINGSTONE atmometer porous cup" en talkfilters), het contagium niet. De peroxydase wordt door alcohol van 75 tot 80 pct. en door verdunde formalineoplossing niet, het contagium wel vernietigd; waterstofperoxyd vernietigt in bepaalde concentratie juist de peroxydase, maar het contagium niet. Door in het plantensap een neerslag van alumiumhydroxyde teweeg te brengen wordt het contagium wel, de peroxydasee niet verwijderd. Het contagium is minder bestand tegen verhitten van het sap tot 80 à 90° C. maar beter bestand tegen uitdroging dan de peroxydase.

Bovendien mogen een paar eigen waarnemingen worden vermeld, die mij er toe brengen tot de opvatting van ROUX over te hellen:

1ste verspreidt de besmetting zich bij de zeefvatenziekten niet gelijkmatig door de geheele plant; infectie van een deel der knollen of enkele wortelstokuitloopers van *Sida Napeae* laat zich eerder verwachten van een microbe dan van een vloeistof.

2de wordt de besmetting, zooals in 't volgend hoofdstuk zal blijken, niet of bij uitzondering door het zaad overgebracht. Wij weten, dat het embryo los ligt binnen het endosperm,

of, waar geen endosperm aanwezig is, binnen de zaadhuid. Er bestaan geen vaatbundel- dus ook geen zeefvaatverbindingen tusschen het embryo en het endosperm evenmin tusschen het endosperm of de zaadhuid. Het embryo voedt zich dus uit de moederplant langs osmotischen weg. M. a. w. er kunnen alleen vloeistoffen uit de moederplant in het embryo overgaan, geen microben.

VII. Gaan de zeefvatenziekten met de zaden over? Het vraagstuk der vatbaarheid voor zeefvatenziekten.

De uitspraak van het vorig hoofdstuk, dat de zeefvaten zeer waarschijnlijk niet met het zaad overgaan, berust op de volgende proeven. In 1916 werden talrijke zaden uitgezaaid van door den Heer Veerkamp te Nieuw Compagnie in 1914 verrichte kruisingen. Het zaad was dus overjarig. Het zaaien, verspeenen en overplanten had in gesteriliseerden grond plaats; daarna kwamen de planten op een proefveld, waar niet eerder aardappelplanten waren gegroeid.

BLADROLZIEKTE 1916 AFKOMSTIG IN 1914 VAN:	OPGEKOMEN, UITGEPOOT EN ONTWIKKELD VAN 100 ZADEN	ZIEK	GEZOND
No. 1. moeder Paul Krüger gezond vader zaailing 13 gezond	82	0	82
No. 2. moeder zaailing 41 gezond vader zaailing 13 gezond	66	0	66
No. 3. moeder zaailing 43 gezond vader zaailing 57 ziek	60	0	60
No. 4. moeder Paul Krüger gezond vader zaailing van 1912 ziek	57	0	57
No. 5. moeder Paul Krüger ziek vader zaailing 13 gezond	42	7	35
No. 6. moeder zaailing 22 ziek vader zaailing 13 gezond	65	1	64
No. 7. moeder Paul Krüger ziek vader zaailing van 1912 ziek	43	3	40
No. 8. moeder zaailing 28 ziek vader zaailing 38 ziek	41	2	39

Er blijkt uit deze proeven, dat steeds een zeer groot aantal der uit zaden van zieke herkomst gewonnen planten gezond is. Enkele bladrolzieke individuen komen er echter bij voor.

De proeven over mozaiekziekte waren van veel kleiner omvang, doch hebben een dergelijk resultaat.

MOZAIEKZIEKTE 1917	AANTAL PLANTEN	ZIEK	GEZOND
No. 1. moeder Paul Krüger gezond 1916	4	0	4
No. 2. moeder Paul Krüger ziek 1916	3	0	3
MOZAIEKZIEKTE 1918			
No. 1. moeder Eigenheimer gezond 1917	5	0	5
No. 2. moeder Eigenheimer ziek 1917	7	2	5

Men krijgt den indruk, dat deze beide ziekten niet regelmatig met de zaden overgaan, althans veel minder regelmatig dan met de knollen, die de besmetting van sterk aangetaste planten steeds op het volledige nageslacht overbrengen; slechts van zwak primair aangetaste planten worden de nakomelingen voor een gedeelte ziek.

Er kan op deze proeven worden aangemerkt, dat het hierdoor nog absoluut niet bewezen is, dat de ziekte niet met het zaad overgaat. In werkelijkheid is alleen bewezen, dat de zaailing in het eerste jaar niet of bij uitzondering ziek wordt. Men kan zich voorstellen, dat de besmetting uit de zaadhuid veel minder sterk is dan uit de knol en dat zij dus in de zaailing latent blijft en eerst in haar uit knollen gewonnen nageslacht zichtbaar wordt. Het is daarom noodig na te gaan hoe het in dit opzicht met de tabak en de tomaat gesteld is.

Alle onderzoekers zijn het er over eens, dat de mozaiekziekte van de tabak niet door het zaad wordt overgebracht. Het zaad van zieke planten mag soms wat zwakker ontwikkeld en minder kiemkrachtig zijn dan dat van gezonde, wanneer het kiemt brengt het gezonde planten voort, die ook gezond blijven, wanneer zij althans niet op andere wijze worden geïnfecteerd. Alleen wanneer de ziekte bij de tabak zoo lang latent zou blijven, dat zij vóór het afsterven der plant niet tot uiting kwam, zou men mogen aannemen, dat overgang met het zaad wel plaats had. Maar er bestaat geen enkele reden voor deze veronderstelling daar toch de tabaksplant zich door de smetstof haren soortgenooten gemakkelijk laat besmetten. Bij inwrijven van de bladeren of bij inspuiten van stengels en bladstelen met het sap gaat de ziekte over en steeds komt zij na enkele weken duidelijk te voorschijn. Men kan er dus zeker van zijn, dat de uit zaad van zieke planten gewonnen gezonde individuen werkelijk gezond zijn.

Daar de tabaksziekte identiek is met die van de tomaat en er geen punten van verschil zijn in den bouw van het zaad ten opzichte van de quaestie waar het hier om gaat, zou men ver-

wachten, dat ook bij laatstgenoemde Solanee geen overgang met het zaad plaats heeft. Door Westerdijk wordt evenwel medegedeeld, dat bij de tomatenziekte, die zij voor niet identiek met de tabaksziekte houdt, wel overgang met het zaad plaats heeft. Het heeft mij getroffen in hare beschrijving der uit zaad van zieke herkomst opgekweekte cultuur, dat de ziekte daarin pas laat te voorschijn kwam, n.l. in de laatste helft van de tweede en de eerste helft van de derde maand. Men krijgt hier den indruk van een vrij lange incubatietijd, echter niet zoo lang, dat de ziekte tot 't eind van den groei latent blijft. Om de proef ook nog eens te nemen, heb ik in het voorjaar van 1918 van gezonde en zieke tomaten zaden uitgezaaid in gesteriliseerden grond; van elke partij kweekte ik 60 kiemplanten op; het verspenen en overplanten had in gesteriliseerden grond plaats, ten slotte werden zij uitgeplant in grond, waarin niet eerder tomaten gegroeid waren. De 60 planten van gezonde herkomst bleven alle gezond; bij die van zieke herkomst werden er twee ziek, toen zij ongeveer tien bladeren hadden gevormd, en nog vier na het uitpoten in den vollen grond; de andere bleven gezond. Hieruit ben ik geneigd de conclusie te trekken, dat, evenals bij de aardappelplant, overgang bij geslachtelijke voortplanting niet of slechts in geringe mate plaats heeft, tenzij restjes van de moederplant met het zaad in den grond terechtkomen. Inderdaad is de kans, dat er resten van het vruchtvleesch aan het zaad blijven hangen bij de tomaat en de aardappelplant veel grooter dan bij de tabak, waar het nageslacht van zieke planten geen zieke exemplaren bevat. Want het slijmige vleesch der sappige vruchten van tomaat en aardappel is zeer moeilijk van het zaad te verwijderen. Bij de tabak daarentegen laten de zaden reeds tijdens het rijpingsproces los van de uitdrogende en verschrompelende zaadlijsten. Allard (1915) nu heeft aangetoond, dat het contagium door alle deelen der tabaksplant is verspreid van de wortels tot de bloem en de vrucht, dat het doordringt tot in de zaadlijsten en dat toch de plant, die zich uit het embryo ontwikkelt, gezond is. Hij vraagt zich af wat wel de reden mag zijn, dat het embryo zoo goed tegen infectie beschermd is. Die bescherming kan echter op ongedwongen wijze verklaard worden door aan te nemen, dat de veroorzaker een organisme is, zoo klein, dat het door de zeefvaten wordt doorgelaten; daar nu het embryo, geheel door een eigen epidermis omgeven, ligt in het endosperm, en dit wederom los is van de zaadhuid, bestaat er een dubbele onderbreking der zeefvaatverbindingen. Het endosperm ontvangt zijn reservevoedsel langs osmotischen weg. Het embryo wordt op dezelfde wijze bij de kieming door het endosperm gevoed. Hierbij kan het contagium dat, hoe klein ook, toch volgens

ALLARD's proeven veel grooter is dan de moleculen van opgeloste enzymen, niet overgaan. Er bestaat dan nog altijd de kans, dat met de integumenten van het zaad iets van het contagium overgaat. Maar de droge dunne zaadhuid bevat uit den aard der zaak daarvan veel minder dan het vleezige, sappige vruchtvleesch, dat bij tomaat en aardappel aan het zaad blijft hangen.

Na al het voorafgaande is het wel zeker geworden, dat overgang van het contagium bij de geslachtelijke voortplanting geen regel is.

Welke soorten zeer vatbaar zijn, kan voor de bladrolziekte gemakkelijker worden aangegeven dan voor de mozaiekziekte. De bladrolziekte komt bij een geringer aantal soorten in hevige mate voor, maar is meer opvallend, doordat zij de planten onder zeer typische verschijnselen sterk in den groei belemmert; zij bereikt, althans bij de meest vatbare soorten, reeds in de tweede generatie van zieke planten haar maximumstadium, waarbij de opbrengst tot een kleine fractie der normale wordt gereduceerd. De mozaiekziekte tast ongeveer alle soorten aan; zij gaat echter langzamer tot het sterke stadium over. Tengevolge van het toepassen eener massaselectie, zooals die plaats vindt in streken waar de veldkeuring langen tijd met zorg is toegepast, wordt het optreden van den welvingsvorm der ziekte vrij zeldzaam. Dit is bij de Eigenheimer in Friesland het geval; in Zuid-Holland ziet men den sterken vorm der ziekte meer optreden naarmate het langer geleden is, dat men Friesch pootgoed van deze soort importeerde. Eenzelfde soort maakt dus in de eene streek den indruk van zeer vatbaar te zijn; in de andere in mindere mate al naar de zorg, die men er aan besteedt.

Er zijn nog andere redenen waarom het moeilijk is een juiste voorstelling te krijgen over de vatbaarheid van bepaalde soorten. Zoo heeft men in Friesland bij de massaselectie veel zorg besteed aan de Eigenheimer. Aan de Roode Star is nog betrekkelijk weinig gedaan, aan De Wet is nog minder aandacht geschonken. Bij gelijke vatbaarheid, geven deze drie soorten een zeer verschillend beeld. Bovendien zal voor soorten, die nooit werden geselecteerd het aantal jaren, dat zij in cultuur zijn, invloed hebben in dien zin, dat de soorten, die het langst in cultuur zijn, het grootste percentage zieke planten vertoonen en den indruk geven van groote vatbaarheid.

Een andere moeilijkheid doet zich voor bij Roode Star en Ceres. Bij deze soorten vindt men geen planten, die geheel vrij zijn van een uiterst zwakke mozaiekachtige schakeering in het blad. Toch behooren deze soorten tot de meest productieve, die men kent; daarom is in 1918 nagegaan of dit verschijnsel inderdaad mozaiekziekte is door knollen van zulke planten op gezonde knollen van Zeeuwsche Blauwe op de in hoofdstuk III, 6 beschreven

wijze te transplanteeren. Het bleek daarbij, dat van planten der soort Ceres, die de geringe schakeering in het loof vertoonden, wel, van dergelijke planten der soort Roode Star geen overgang daarvan op de Z. Blauwe plaats had. Deze proeven zullen echter nog eens worden herhaald.

Gedurende Dorst's werkzaamheid in Friesland heeft hij ruimschoots de gelegenheid gehad op de vatbaarheid voor bladrol- en mozaiekziekte te letten. Bij gebruikmaking van cijfers van 0 tot 10 kwam hij daarbij tot de volgende schatting:

	BLADROL-ZIEKTE.	MOZAIEK-ZIEKTE.
Eigenheimer	0	6
Roode Star	1	10 ?
Paul Krüger	9	5
Thorbecke	6	7
Zeeuwsche Blauwe	1	7
Bravo	7	3
Ceres	0	10 ?
De Wet	0	6
Eersteling	0	4
Nieuwe Muizen	0	8

Men zou gaarne willen weten, waarin deze vatbaarheid bestaat. Zijn inderdaad soorten als Paul Krüger en Bravo, waarin de bladrolziekte zeer algemeen voorkomt, vatbaar en andere als Zeeuwsche Blauwe, Roode Star en Eigenheimer, waarin zij in de practijk afwezig is, immuun? Om dit na te gaan heb ik de laatste jaren halve knollen der laatste drie soorten met halve knollen van bladrolzieke Paul Krüger doen vergroeien. Slechts zelden gaat de ziekte over, in meer gevallen nog op de Zeeuwsche Blauwe en Roode Star dan op de Eigenheimer. Maar als zij overgaat, wordt de aldus besmette soort zeer duidelijk ziek, precies op denzelfden tijd, waarin zich ook bij de uit zieke knollen opgroeiende planten de ziekte vertoont; door anatomisch onderzoek op phloeemnecrose is bevestigd, dat deze drie soorten inderdaad de echte bladrolziekte hadden. Bij herhaald zoeken in de praktijk heb ik ten slotte ook van alle drie deze soorten bladrolzieke planten gevonden, van de Z. Blauwe in 1916 te Stavenisse, van de Roode Star in 1917 te Wageningen, van de Eigenheimer eindelijk ook en wel in 1918 te Biggekerke. Dorst heeft, zooals uit zijn tabelletje blijkt, in Friesland van de beide eerste soorten sporadisch, van de derde geen zieke planten gevonden. Waar in Friesland overwegend Eigenheimers worden verbouwd, kan worden aangenomen, dat de bladrolziekte in deze soort zeer zelden voorkomt. Van onvatbaarheid kan men dus niet

spreken, slechts van een meerdere of mindere resistentie. En daar op het veld het contagium nooit, zooals bij de transplantatie, direct in de zeefvaten terecht komt, maar alleen door de wortels en dus via de houtvaten wordt opgenomen, zal men de oorzaak dezer resistentie moeten zoeken in de wortels en de banen van den opwaartschen sapstroom. Om dus langs experimenteelen weg een denkbeeld te krijgen van de resistentie van bepaalde rassen, zal het beter zijn ze tusschen bladrol- of mozaiekzieke planten te poten, dan ze er op te transplanteeren.

Onder de vroege aardappelsoorten zijn er nogal eenige, die door mozaiekziekte sterk worden aangetast, zoo b.v. de aan den Langendijk gekweekte „Bloemgraafjes", de „Zwijndrechtsche Paarspitten" en de in Friesland verbouwde „Nieuwe Muizen". Bladrolziekte komt nog al sterk voor bij de „Schoolmeesters" in het Westland. Ook voor de vroegere soorten geldt wat voor de late werd opgemerkt, n.l. dat de mozaiekziekte meer algemeen is, maar minder snel tot het maximale stadium overgaat.

LANDBOUWKUNDIG GEDEELTE.

VIII. Beteekenis der beide krulziekten in vroeger jaren en tegenwoordig (door J. C. DORST). De grootere vatbaarheid van krulzieke planten voor Phytophthora infestans (door M. D. DIJT). „Ontaarding". De mogelijkheid van aanpassing van parasiet aan plant. De potergrootte. De algemeene verspreiding der beide ziekten en de onmogelijkheid om ze te weren door maatregelen op den invoer uit te vaardigen.

In de vele jaren, gedurende welke ik mij met deze studiën bezighoud, heb ik geen andere krulziekten van de aardappelplant leeren kennen dan de bladrolziekte en de mozaiek- of welvingsziekte.

Onder den invloed van ongunstige bodemgesteldheid of bij aantasting door Rhizoctonia of Verticillium kan ook wel eenige toevouwing of verwelking der blaadjes optreden (QUANJER 1916, hoofdstuk III), maar deze is van tijdelijken aard en wordt niet constant met de knollen overgebracht. Een chronische rolling of kroesheid der bladeren, die zich herhaalt in een reeks van opeenvolgende jaren, komt slechts voor bij de door bladrol of mozaiek aangetaste planten. Wanneer men oude landbouwers een dezer beide vormen van krulziekte laat zien, herkennen zij die als dezelfde, die ook in hùn jeugd als krulziekte bekend stond en leggen zij verband tusschen deze verschijnselen en het ontaarden van oude soorten. En wanneer men thans hier of daar van oude, bijna overal afgeschafte soorten, zooals de Friesche Jammen,

nog planten aantreft, lijden die in hevige mate aan een der beide of aan beide ziekten. Er is dus geen reden om aan te nemen, dat er bij de krulziekte-epidemieën en de ontaardingsverschijnselen van vroeger jaren, einde der achttiende en eerste helft der negentiende eeuw, andere ziekten in 't spel waren dan bladrol en mozaiek.

Eenige mededeelingen over die vroegere epidemieën zijn door Dorst in oude verslagen (1827—1855) over den toestand der provincie Friesland ter Griffie te Leeuwarden opgespoord.

Over 1836 wordt het volgende gemeld:

„De aardappelteelt was met weinig uitzonderingen ongunstig. Som„mige beste zandgronden echter leverden een goed gewas op; de „prijzen waren tamelijk goed, maar konden tegen het gering product „niet opwegen om aan de landbouwers een billijke winst te ver„zekeren.

„Omtrent de aardappelcultuur wordt in 't algemeen aangemerkt, „dat in dezelve meer en meer verval en verbastering plaats heeft „en dat de vrees van dat kwaad te zien toenemen gegrond schijnt, „indien men zich niet met meer zorg onthoudt van de aardappel op „allerlei soort van gronden, veen en moeras niet uitgezonderd, te „verbouwen, terwijl zoo ten aanzien der keuze van poters als het „soort van aardappel daartoe gebezigd de meeste omzichtigheid en „nauwkeurigheid behoort in acht genomen te worden.

„Het zoo groot belang van de aardappelcultuur voor deze Provincie „doet het alleszins wenschelijk zijn, dat de aandacht van de land„bouwers zich hierop vestigt en dat daar, waar geen algemeen „werkende maatregelen schijnen genomen te kunnen worden, om „het kwaad te stuiten of te voorkomen, het voorbeeld en de zedelijke „invloed van groote grondbezitters en aanzienlijke landbouwers daar„heen strekken en de middelen helpen bevorderen, om de cultuur „van het aan deze Provincie eigen soort van aardappelen vroeger „zoo gunstig bekend en zoo gretig gezocht, aan te moedigen en te „doen herleven, teneinde zoodoende alle verdere teruggang van deze „voor Friesland zoo belangrijke tak van verkeer en handel zooveel „mogelijk te voorkomen".

In het verslag van 1837 vinden we:

„Op de kleigronden schijnt de vermenging en verbastering der „aardappel vooral plaats te hebben, hetwelk men daaraan wil hebben „toegeschreven, dat het soort van aardappelen op de klei wordend „verbouwd voor de vermenging met andere soorten van mindere „hoedanigheid geschikter en voordeeliger is, dan het soort van „aardappelen, hetwelk in de zandgronden wordt gebouwd".

Men ziet hier telkens gebruikt het woord verbastering; ook wordt er gesproken van twee soorten; het betere soort zou door vermenging met het mindere allengs achteruitgaan. Deze opvatting kan op natuurlijke wijze worden verklaard door aan te nemen, dat men de gezonde en krulzieke planten aanzag voor twee verschillende soorten, zooals het thans ook nog zoo dikwijls in de praktijk geschiedt. Bij andere ziekten als b.v. brand in granen ziet men aanvankelijk een normale plant, waarvan later een gedeelte een ziekelijk voorkomen krijgt of afsterft.

Bij de krulziekten echter vertoonen reeds spoedig na opkomst alle deelen der plant een abnormale habitus, zonder af te sterven. Daar in het seizoen zelf geen overgang van ziekte te bespeuren is, maar wel een toename in opeenvolgende jaren, kon het denkbeeld, dat men met een verbastering te doen heeft, gemakkelijk veld winnen. Ook woorden als „ontaarding", „veroudering" of „verval" vindt men telkens terug, niet alleen in de Nederlandsche literatuur, maar ook in de buitenlandsche. Juist in datzelfde jaar 1837, waarvan zooeven sprake was, schreef de Engelschman AITKEN een uitvoerig stuk over die veroudering. Volgens hem zou ieder pas gewonnen ras zich kenmerken door weligen groei, late rijpheid, groote opbrengst en overvloedige dracht. Langzamerhand zouden deze voordeelen verminderen, de vatbaarheid voor ziekten toenemen, alleen de kwaliteit zou fijner worden. Aan deze gedachte, die overal in de praktijk ook nu nog veel aanhangers telt, — en misschien niet geheel ten onrechte, zooals wij later zullen zien — ligt de opvatting ten grondslag, dat ongeslachtelijke voortplanting geen ware voortplanting zou zijn, dat dus individuën van een aardappel- of fruitras, dat jaren geleden uit een enkel zaad is voortgekomen, eigenlijk slechts stukken zijn van een enkele plant en dat deze plant, als alle levende wezens, langzamerhand oud en zwak wordt en gaat afsterven. Men zou dus alleen uit zaad frissche, jonge en ook gezonde planten krijgen, die bij voortplanting door knollen voorloopig ook gezond zouden blijven en eerst na tientallen van jaren achteruit zouden gaan. De feiten schenen hen, die zoo dachten, wel in 't gelijk te stellen. Had niet reeds de Nederlander VAN BAVEGEM in 1782 eveneens naar aanleiding van de studie der „ontaarding" nieuwe rassen uit zaad gewonnen, die later in Duitschland als „holländische Samenkartofteln" zeer geroemd werden? Telkens en telkens vinden wij die ontaardingstheorie terug, ook naar aanleiding van het optreden der Phytophthoraziekte in 't midden van de vorige eeuw.

Het feit, dat de door de bladrol- of mozaiekziekte aangetaste planten in 't algemeen vroeger en in veel heviger mate door *Phytophthora infestans* worden aangetast, schijnt aanleiding te zijn geweest, dat men ook deze kwaal voor een symptoom van ontaarding heeft aangezien. De „Royal Agricultural Society" te Londen kwam in 1872 op grond van 94 veldproeven tot het resultaat, dat tal van soorten „afgeleefd" waren; en dientengevolge sterk aan de Phytophthoraziekte onderhevig waren. Men legde verband tusschen dit afleven en DARWIN's leer over de veranderlijkheid der soorten. Verscheidene kweekers vonden in de genoemde proeven aanleiding zich toe te leggen op het winnen van nieuwe soorten uit zaad, iets, waarvoor DARWIN zich ten

zeerste interesseerde. Er werd daarbij vooral gelet op bestandheid tegen *Phytophthora infestans*. Een der beste aanwinsten uit dien tijd was de Magnum Bonum, gewonnen door JAMES CLARK uit een kruising van Early Rose met Victoria en in 1876 door SUTTON AND SONS, Reading, in den handel gebracht. Deze soort, die een tijd lang ook op het continent van Europa zeer geroemd werd, is niet voor achteruitgang gespaard gebleven; zij schijnt nu zoo goed als niet meer te worden verbouwd. Niet alleen in Europa, maar ook in Nederlandsch Oost-Indië, waar zij is ingevoerd, is zij met verschijnselen van krulziekte uit de cultuur verdwenen (WESTERDIJK 1916). Een dergelijk lot had in dien tijd tal van soorten getroffen. De Heer RAUWERDA schrijft daarover in de Leeuwarder Courant van 20 Nov. 1905 het volgende:

„Zoo zijn in den tijd, waarvan ik heugenis heb, Bruintjes, Wierster „zaaiers, Jammen, Douwe Agessen, Dantumer gele, Hallumer gele, „langer of korter zeer gewilde aardappelrassen geweest en thans „zijn ze zoo goed als geheel uit de cultuur verdwenen. Andere, zoo- „als Munstersche en Magnum Bonum handhaven zich nog eeniger- „mate, omdat zij bij de afnemers een goeden naam hebben, hoewel „de opbrengst onvoldoende is.”

De schrijver dringt krachtig aan op onderzoek in deze quaestie, die zich bij de Friesche aardappelverbouwers meer in de belangstelling verheugde dan alle andere onderwerpen, die hij in de landbouwkroniek behandelde.

Wanneer wij de beschouwingen van RAUWERDA in verband brengen met wat wij in de laatste jaren met de Roode Star zien gebeuren, dan is het niet twijfelachtig, dat ook in de door hem genoemde gevallen de zeefvatenziekten de oorzaak der achteruitgang zijn. De Roode Star is een zaailing van 1903 en gekweekt van CIMBAL's Prof. Wohltmann als moeder en Erika, eèn zeer vroeg soort, als vader. Aanvankelijk was het een prachtige soort, die overal bij de varieteitsproeven van de Rijkslandbouwleeraren om hare groote opbrengsten (gedurende drie jaar 540 H.L. per H.A. op VEENHUIZEN's proefveld) en om haar smaak en duurzaamheid uitstekend voldeed en in ons geheele land burgerrecht verkreeg. In de laatste jaren nemen de klachten over haar achteruitgang steeds toe. Alvorens er proeven over te hebben genomen kon ik niet zeggen of wij hier met mozaiek dan wel met bladrol te maken hebben. Door knollentransplantatie op Zeeuwsche Blauwe overgebracht, bleek het de mozaiekziekte te zijn.

Het behoeft ons na al het voorafgaande waarlijk niet te verwonderen, dat de ontaardingstheorie steeds weer opduikt. En dat niet alleen bij practici, maar ook bij mannen der moderne

phytopathologische wetenschap. Zoo spreekt JONES in 1905 van „running out", STÖRMER in 1911 van „allgemeiner Verfall", ORTON in 1914 van „varietal detoriation" en „degeneration" van aardappelrassen. De Duitsche schrijver EHRENBERG schreef in 1904 een lange verhandeling om de ontaardingsverschijnselen te verklaren als „Abbau" of „Herabzüchtung", d. i. voortdurende verbouw onder ongunstige invloeden van bodem en klimaat, alsmede het gebruik van kleine poters, en de Zweed HEDLUND (1910) tracht in al die duistere voorstellingen eenig licht te brengen door de hypothese in te voeren, dat de krulziekte is een „pathologische adaptieve mutatie"; de Duitscher DIX (1913) door aan te nemen, dat de herhaalde kruising, die bij de aardappelen heeft plaats gevonden, de rassen in zoo sterke mate heterozygoot heeft gemaakt, dat zelfs bij vegetatieve voortplanting splitsing niet uitblijft; de krulzieke planten zouden vegetatief „uitmendelen". Men ziet, de hypothese der erfelijkheid van verworven eigenschappen, de mutatietheorie, en de Mendelleer, alles werd aangegrepen ter verklaring, maar steeds werd de begripsverwarring grooter.

Of wij na de ontdekking van de besmettelijkheid der beide krulziekten de degeneratietheorie nu geheel over boord mogen werpen? Men kan hiertegen inbrengen, dat nog steeds niet is verklaard, waarom het bij vele soorten zoo lang duurt voor de bladrol- of mozaiekziekte ze achteruit doet gaan. Dat de Eigenheimer, door VEENHUIZEN in 1890 uit zaad gewonnen, nog steeds met succes verbouwd wordt, is het gevolg van de selectie, waaraan deze soort in Friesland door tal van landbouwers in verband met de veldkeuring wordt onderworpen. Maar bij de soort Magnum bonum, die niet door een dergelijk proces in stand is gehouden, heeft het veertig jaar geduurd voor zij door de bladrolziekte uit de cultuur verdween.

Ook ten aanzien van hare resistentie tegen Phytophthora heeft zij haar ouden roep niet kunnen handhaven. Maar zou dit feit niet op andere wijze kunnen worden verklaard dan door het bestaan van degeneratie aan te nemen? Zou er niet veeleer aanpassing hebben plaats gehad van den parasiet aan de plant? De lagere organismen, die als plantenparasieten optreden, behooren voor het grootste gedeelte tot die, bij welke geslachtelijke voortplanting ontbreekt. Hare generaties volgen elkaar veel sneller op dan bij de hoogere planten, vandaar dat het ontstaan van veranderingen, in veel korter tijd kan worden opgemerkt. Men kent talrijke voorbeelden van virulentie-verlies bij pathogene bacteriën, die op doode voedingsbodems worden gecultiveerd (b.v. bij *Pseudomonas Syringae* van HALL 1902). Omgekeerd heeft HONING (1914) van de slijmziektebacterie *(Pseudomonas Solanacearum)*, die uit de tabaks-

plant gekweekt was en een Capsicum soort niet aantastte, de virulentie voor deze plant verhoogd door haar eerst op een Mucunasoort over te enten. Wordt deze bacterie langeren tijd op doode voedingsbodems gekweekt, dan verliest zij hare virulentie, eerst voor Capsicum, vervolgens voor *Nicotiana tabacum* en ten slotte voor de zeer vatbare *Solanum melongena* en *Solanum Lycopersicum*. Bij parasitaire schimmels kent men analoge gevallen. De voor *Hemileia vastatrix* vatbare Javakoffie is op vele plaatsen in onze Oost door de aanvankelijk onvatbare Liberiakoffie vervangen. Later werd ook deze meer en meer aangetast maar gold Robustakoffie voor onvatbaar. Maar ook bij deze soort worden in den laatsten tijd planten aangetroffen die van Hemileia te lijden hebben. SALMON ontdekte, dat de meeldauwzwam *Erysiphe graminum* niet in staat is over te gaan van *Bromus racemosus* op *B. commutatus*. Wel gaat zij van *B. racemosus* over op *B. hordeaceus* en eenmaal daarop groeiend neemt haar virulentie ten opzichte van *B. commutatus* toe, zoodat ook deze laatste soort wordt aangetast.

Evenals de virulentie der parasieten zou ook de vatbaarheid der voedsterplanten aan verandering onderhevig kunnen zijn, zelfs bij een vegetatief voortgeplant en dus niet aan de gewone Mendelsplitsing onderhevig gewas als de aardappelplant. Want dat er bij de aardappelsoorten knopvariaties voorkomen is reeds lang bekend en kort geleden op duidelijke wijze bevestigd door VAN LUYK (1916). Uit vele soorten heeft men door selectie rassen gekweekt, die in enkele eigenschappen, b.v. vorm of kleur van het blad, vorm of kleur der knollen van de oorspronkelijke soort afwijken. Voorbeelden daarvan leveren de z.g. Blauwe Eigenheimers, Zeeuwsche Blauwe en Bonte, Bonte Roode Star, Groene Bravo's enz. Zoo zou er ook ten opzichte van de vatbaarheid voor parasitaire aantasting eenige variatie kunnen optreden. Toch zal deze veranderlijkheid, zoo zij mocht voorkomen, wel niet die groote beteekenis hebben voor de achteruitgang der soorten als de aanpassing van de zijde der parasieten. Ten eerste toch volgen elkander bij deze laatste veel talrijker generaties op, zoodat er veel meer kans bestaat op variaties met groot aanpassingsvermogen; en ten tweede teelt men eventueel optredende knopvariaties bij de aardappelplant nooit voort met uitsluiting van het oorspronkelijke ras; dit laatste minder vatbare ras blijft dus naast het meer vatbare bestaan. Menig practicus zal denken, dat 't hetzelfde is of er aanpassing van parasiet aan plant plaats heeft, dan wel of de plant degenereert als 't eind toch is, dat men de oude soorten door nieuwe moet vervangen. Maar wie zoo redeneert ziet over 't hoofd, dat aanpassing slechts kan plaats hebben als beide partijen met elkaar in aanraking

komen. Wanneer men de plant en de smetstoffen der zeefvatenziekten van elkaar gescheiden houdt — en Oortwijn Botjes heeft aangetoond, dat dit wel degelijk mogelijk is — kan verwacht worden dat de aanpassing van organisme aan plant niet zal plaats hebben.

Enkele woorden dienen te worden gewijd aan de meening, dat niet sprongswijze knopvariaties (mutaties) oorzaak van den achteruitgang zouden zijn, maar dat ongunstige invloeden van bodem en klimaat de aardappelsoorten zeer geleidelijk in die richting zouden wijzigen. Ongetwijfeld hebben dergelijke factoren invloed op de vatbaarheid der planten, die er aan zijn blootgesteld. Maar dat er een erfelijke nawerking dier invloeden bestaat, is nog nooit bewezen. Het zou intusschen zeer gewenscht zijn door langdurige en systematische proeven de vraag op te lossen of inderdaad bodem en klimaat de aardappelsoorten doen veranderen. Men zal er voor moeten waken dat deze proeven niet worden gestoord door van de klimaatwerking onafhankelijke knopvariaties of besmetting met zeefvatenziekten. Wanneer de Eigenheimer in Friesland minder onderhevig is aan mozaiekbesmetting dan in Zuid-Holland kan dat echter ook een andere reden hebben. Meestal is de temperatuur in het Noorden van ons land enkele graden lager dan in het Zuidwesten. Er zijn winters in welke de vorst in Friesland dieper in den bodem dringt dan in Zuid-Holland. De kans dat van de knollen, die in den grond zijn achtergebleven, enkele in leven blijven is dus in de laatstgenoemde provincie grooter dan in de eerste. Wanneer men bedenkt, dat in Engeland de poters uit Schotland en in Amerika die uit Canada zich in een goeden roep verheugen, dan blijkt de hier aangeroerde quaestie er een te zijn van zeer algemeene beteekenis.

Met een enkel woord reeds werd de opvatting vermeld, dat de achteruitgang van aardappelsoorten een gevolg zou zijn van het gebruik van poters van kleine afmetingen. Nu wij weten, dat de beide zeefvatenziekten de grootte der opbrengst reduceeren en natuurlijk ook de grootte der afzonderlijke aardappelen is het duidelijk hoe men tot deze voorstelling is genomen. Om over de juistheid van deze meening gegevens te verkrijgen werden op een veld Roode Star, waar de mozaiekziekte voorkwam en Rhizoctonia en andere ziekten afwezig waren, 40 planten uitgezocht, waarvan er 10 gezond waren en de overige de ziekte in verschillende graden vertoonden.

ROODE STAR VAN KLEIGROND	Totaal opbrengst in Kilo's	AANTAL KNOLLEN		
		Groote	Poters 25—60gr.	Kleine
Gezond	1,900	9	9	15
	1,875	6	20	13
	1,840	7	20	16
	1,335	7	10	13
	1,295	4	7	22
	1,100	4	12	11
	1,080	3	7	15
	0,870	2	12	17
	0,780	3	7	9
	0,655	3	8	11
Gemiddeld	1,273	4,8	11,2	14,2
Zwak mozaïek	1,525	8	4	24
	1,400	9	6	19
	1,375	5	12	12
	1,120	6	8	3
	1,090	4	11	21
	0,880	4	8	16
	0,850	4	6	7
	0,760	4	7	3
	0,665	4	6	2
	0,600	2	7	8
Gemiddeld	1,026	5,0	7,5	11,6
Middelmatig sterk mozaïek . .	1,380	5	10	38
	1,150	6	8	7
	1,110	3	12	27
	0,990	5	5	4
	0,905	4	10	10
	0,905	2	11	27
	0.660	2	9	8
	0,590	3	8	4
	0,580	1	9	14
	0,530	3	5	8
Gemiddeld	0,880	3,4	8,7	14,7
Sterk mozaïek	0,515	2	6	8
	0,455	0	9	13
	0,385	0	5	17
	0,370	0	8	11
	0,350	0	4	18
	0,335	0	5	13
	0,325	0	5	11
	0,210	0	5	3
	0,180	0	1	10
	0,140	0	3	5
Gemiddeld	0,326	0,2	5,1	10,9
Totaal	35,05	134	325	514

Dergelijke bepalingen zijn bij de bladrolziekte gedaan. Daar deze ziekte vooral optreedt bij de soorten, die op de zandgronden geteeld worden en men daar dikwijls zeer kleine poters gebruikt, heb ik een veld op zandgrond voor dit doel gekozen en behalve het aantal poters met een gewicht van 25 tot 60 g. ook bepaald het aantal poters met een gewicht van 25 tot 40 g.

PAUL KRUGER VAN ZANDGROND	Totaal opbrengst in Kilo's	AANTAL KNOLLEN			
		Groote	Poters van 25—60 gr.	Poters van 25—40 gr.	Kleine
Gezond	1,200	8	8	6	2
	1,100	6	8	4	6
	1,070	5	5	4	2
	0,950	4	12	5	2
	0,865	4	11	7	9
Gemiddeld	1,039	5,4	8,8	5,2	4,2
Zwak primair ziek	1,160	6	13	8	7
	0,860	5	9	4	8
	0,850	1	11	6	30
	0,645	4	0	0	4
	0,385	1	5	3	13
Gemiddeld	0,780	3,4	7,6	4,2	12,4
Sterk primair ziek	0,690	2	7	2	3
	0,605	3	8	7	5
	0,530	1	12	8	9
	0,465	3	3	2	11
	0,400	3	4	2	0
Gemiddeld	0,538	2,4	6,8	4,2	5,6
Secundair ziek	0,235	1	4	3	6
	0,105	0	2	2	2
	0,075	0	2	2	2
	0,045	0	1	1	1
	0,045	0	1	0	0
Gemiddeld	0,101	0,2	2,0	1,6	2,2
Totaal	12,29	57	104	76	111

BRAVO VAN ZANDGROND	Totaal opbrengst in Kilo's	AANTAL KNOLLEN			
		Groote	Poters van 25—60 g.	Poters van 25—40 g.	Kleine
Gezond	2,115	14	15	11	8
	1,800	9	19	12	24
	1,720	11	19	16	17
	1,200	4	16	6	15
	1,005	8	20	14	18
Gemiddeld	1,568	8,2	17,8	11,8	16,4
Zwak primair ziek . .	1,850	6	30	23	25
	1,625	9	16	8	20
	0,950	1	15	11	35
	0,905	1	15	11	24
	0,500	1	11	8	6
Gemiddeld	1,166	9,6	17,4	12,2	22,0
Sterk primair ziek . .	0,720	0	11	7	24
	0,685	2	10	6	15
	0,620	1	9	7	20
	0,570	0	9	9	37
	0,420	3	3	1	2
Gemiddeld	0,603	1,2	8,4	6,0	19,6
Secundair ziek . . .	0,425	2	3	3	18
	0,150	1	4	1	0
	0,120	0	3	3	1
	0,120	0	2	1	5
	0,105	0	1	0	6
Gemiddeld	0,184	0,6	2,6	1,6	6,0
Totaal.	17,605	68	231	158	320

De totaal opbrengst van de 40 planten Roode Star bevat 325 poters, waarvan er 112 afkomstig zijn van gezonde, de rest van mozaiekzieke planten. Het volgend jaar zou dus het percentage gezonde planten van 25 tot 34 zijn toegenomen. De totaalopbrengst van de 20 planten Paul Krüger bevat 104 poters, waarvan er 44 van gezonde, de rest van bladrolzieke planten afkomstig zijn, hier zou dus het percentage gezonde planten in het volgend jaar van 25 tot 42 zijn gestegen. Bij Bravo zou op deze wijze een toename van het aantal gezonde planten van 25 tot 38 plaats hebben. Dat de zieke planten in 't algemeen meer

poters voortbrengen dan de gezonde en dat daardoor de toename der ziekte in 't nageslacht verklaard zou worden, blijkt dus onjuist te zijn, zelfs wanneer men de poters zeer klein (25—40 g.) neemt.

Het aantal knollen is des te geringer naarmate de ziekte een heviger vorm aanneemt. Bij deze oogstvermindering zijn in de eerste plaats de groote knollen betrokken, dan de poters en pas in de laatste plaats de kleine. Dit geldt voor de bladrolziekte zoowel als voor de mozaiekziekte. Wil men uit deze cijfers een conclusie trekken voor landbouwers, die op een zeer eenvoudige wijze het toenemen der ziekte eenigszins willen tegengaan, dan zou men ze den raad kunnen geven, alleen groote aardappels als pootgoed te gebruiken. Het is evenwel de vraag of bij het toepassen van dezen raad de toename der ziekte als gevolg van hare besmettelijkheid niet een veel sterker invloed in de verkeerde richting uitoefent.

De reductie van de opbrengst is bij de bladrolziekte sterker dan bij de mozaiekziekte. Reeds in mijn verhandeling van 1913 gaf ik cijfers over de bladrolziekte, waaruit blijkt, dat het gewicht aan knollen bij secundair-zieke planten $^1/_{10}$ tot $^1/_{100}$ kan bedragen van wat bij gezonde wordt geoogst. Bovendien is het zetmeelgehalte, afgeleid uit het S. G., 1 tot 3 pct. lager bij de knollen van bladrolzieke planten. Voor deze bepalingen zijn de grootste knollen der zieke planten vergeleken met ongeveer even groote knollen der gezonde planten; van knollen toch die in grootte te veel uiteenloopen, mag men het S. G. niet vergelijken, daar ook bij gezonde planten de kleine specifiek lichter zijn dan de groote (de zeer groote buiten beschouwing gelaten).

Wanneer de primaire bladrolziekte vroeg invalt kan zij schadelijk zijn; laat invallende primaire ziekte vermindert de opbrengst ternauwernood.

In welken graad de mozaiekziekte de opbrengst vermindert hangt natuurlijk ook sterk af van hare hevigheid. Bij sterk gewelfde en gedrongen planten van de soorten Eigenheimer en Zwijndrechtsche paarspitten bedroeg het gewicht aan knollen slechts een tiende van het normale. Bij den meer voorkomenden zwakkeren ziektevorm vindt men meestal een teruggang, die varieert van $^2/_3$ tot $^1/_3$ al naar den graad van aantasting. Ook bij deze ziekte is het S. G. van de knollen der aangetaste planten geringer dan dat van gezonde, het verschil bedraagt $^1/_2$ tot 2 pct.

De volgende cijfers van onze eigen proefvelden geven van een en ander een denkbeeld.

	Gezonde planten.			Mozaiekieke planten.		
	Aantal.	Opbrengst per plant in K.G.	S. G.	Aantal.	Opbrenst per plant in K.G.	S. G.
Wageningen 1909.						
Zeeuwsche Blauwe . . .	6	0,933	16,3	6	0,930	15,8
Zeeuwsche Bonte	6	0,922	15,8	6	0,743	15,4
Wageningen 1910.						
Zeeuwsche Bonte . . .	12	0,413	16,0	133	0,315	15,4
Paul Krüger	39	1,250	18,9	11	0,612	18,6
Leeuwarden 1916.						
Eigenheimer (planten op 1,5 M. afstand van elkaar)	20	3,25		13	2,07	

	Gezonde planten.		Zwak mozaiekzieke planten.		Welvingszieke planten.	
	Aantal.	Opbrengst per plant in K.G.	Aantal.	Opbrengst per plant in K.G.	Aantal.	Opbrengst per plant in K.G.
Wageningen 1917.						
Eigenheimer (planten op 1,5 afst. van elkaar)	8	1,570	8	0,840	8	0,165

Vervolgens geef ik hier enkele cijfers van de heeren Van der Meer te Oudebildtzijl, Bloemsma te Middelburg, en v. d. Werff te Hallum.

	Gezonde planten.			Platte planten.			Topbonte planten.		
	Aantal.	Groote per plant in K.G.	Poters per plant in K.G.	Aantal.	Groote per plant in K.G.	Poters per plant in K.G.	Aantal.	Groote per plant in K.G.	Poters per plant in K.G.
Oudebildtzijl 1914. Eigenheimer . .	24	0,804	0,212	24	0,695	0,116	24	0,479	0,20

	Gezonde planten.			Welvingszieke planten.		
	Aantal.	Opbrengst aan groote en poters per plant in K.G.	Kriel per plant in K.G.	Aantal.	Opbrengst aan groote en poters per plant in K.G.	Kriel per plant in K.G.
Goes 1915. Zwijndr. paarspitten (vroeg soort) . .	10	0,739	0,130	10	0,240	0,158

	Gezonde planten.				Mozaiekzieke planten.			
	Aantal.	Gezamelijke opbrengst in K.G.			Aantal.	Gezamelijke opbrengst in K.G.		
		Groote.	Poters.	Kriel.		Groote.	Poters.	Kriel.
Hallum 1909 Roode Star . .	50	66	9	3	50	51	11	4

Wanneer wij onze indrukken over de beteekenis der beide zeefvatenziekten hier nog eens samenvatten dan komen wij tot de volgenden punten: ten eerste wordt de opbrengst er door verminderd en ten tweede geven zij aanleiding tot den achteruitgang van soorten en tot het beproeven van steeds nieuwe rassen. Dit laatste kan voordeel opleveren, wanneer de nieuwe soorten de oude in productiviteit en qualiteit overtreffen; het is echter een nog veel grooter voordeel wanneer men enkele goede soorten in stand kan houden. Want voor een bepaalde streek en voor een bepaald doel, b.v. consumptie, export, zetmeelfabricage enz. is de cultuur van enkele der allerbeste soorten productiever dan die van een grooter aantal rassen, onder welke altijd enkele minderwaardige loopen. Heeft men eenmaal de juiste soorten gevonden, dan is het de vraag of men ooit op een even gelukkige combinatie van eigenschappen in een nieuwe zaailing mag rekenen.

In welhaast alle aardappelverbouwende landen zijn de beide krulziekten bekend. Reeds in Appel's verhandeling van 1911 vinden wij vermeld, dat de bladrolziekte voorkomt in Duitschland, Oostenrijk-Hongarije, Zwitserland, Nederland, Denemarken, Zweden, Noorwegen, Rusland, Bulgarije en Roemenië. Door de Caluwe (1908) weten wij, dat zij in België, door Foëx (1914)

dat zij in Frankrijk voorkomt. In tal van oude Engelsche verhandelingen wordt over „leaf-curl" of „the curled disorder in potatoes" (SHIRREFF 1813) gesproken. PETHYBRIDGE, bij wien ik over het voorkomen dezer ziekten informeerde, schrijft „I expect both leaf-roll and mosaic exist in the British Isles", trouwens fig. 3 en 4 van zijn derde rapport over aardappelziekten (1912) geven typische gevallen van welvings- en bladrolziekte te zien.

Wanneer het voorkomen van mozaiekziekte wat Europa betreft alleen nog maar voor Nederland (1910) en door LIND en ROSTRUP voor Denemarken (1916) is opgegeven, komt dat daarvan dat op deze ziekte niet door een zoo uitvoerige literatuur de aandacht is gevestigd. Dat de welvingsvorm ook in Duitschland voorkomt blijkt uit afbeeldingen van APPEL (1911) en SCHANDER (1916). IMRE's (1913) afbeeldingen wijzen op haar voorkomen in Hongarije.

In de Vereenigde Staten van Amerika komen beide ziekten voor: bladrol vooral in Colorado maar ook in Maine, Nieuw Schotland, Long Island en Bermuda (ORTON 1914, WORTLEY 1915), mozaiek volgens ORTON vooral in de Oostelijke Staten; de welvingsziekte (curly dwarf), die hij voor een andere kwaal houdt, eveneens in de Oostelijke Staten en, ofschoon in een laag percentage, toch ook door het geheele gebied verspreid. Over het voorkomen der bladrolziekte op Java schrijft WESTERDIJK het volgende:

„Het viel mij op, dat men in Indië zelden bladrolzieke planten „ziet. Het is wel mogelijk, dat de weinige soorten, die men op Java „teelt, juist niet onderhevig aan bladrol zijn. In deze meening werd „ik versterkt, doordat een Europeesch kweeker uit Lembang mij „vertelde, dat zijn „Magnum Bonum" alle te gronde waren gegaan „aan krullige verschijnselen."

VAN DER GOOT was zoo vriendelijk voor mij bladrolzieke planten in Lembang te verzamelen; door anatomisch onderzoek van den stengel kon worden aangetoond, dat wij hier te doen hebben met phloeemnecrose. Men noemt de ziekte te Lembang „gandjiloeng".

Nu wij weten, dat de mozaiekziekte overgaat van de aardappelplant op andere Solaneeën en de verschillende door mij genomen proeven wijzen op identiteit van het tabaks- en het aardappelmozaiek, krijgt men een nog veel beter inzicht in de zeer algemeene verspreiding van deze plaag. In Europa komt het tabaksmozaiek voor in alle tabakverbouwende streken, zoo ook in Amerika, West-Indië, Japan, Sumatra, Java en Afrika.

Zoo zijn de beide zeefvaatziekten van de aardappelplant dus overal verspreid, waar de cultuur van dit gewas ingang heeft gevonden. Dat bij deze verspreiding de pootaardappelen een groote rol hebben gespeeld is zeker. De vraag of zij voorkomen

had kunnen worden door een controle op den invoer van pootaardappelen moet naar mijne meening ontkennend worden beantwoord, daar toch aan de knollen in 't geheel niet is te constateeren of zij de ziektekiemen bevatten en zelfs niet altijd aan de moederplanten, die de knollen hebben geleverd. Bovendien komen deze ziekten juist zeer veel voor in de kweekerijen van nieuwe soorten, en daar men in 't algemeen gaarne pootmateriaal van den kweeker betrekt, die de gewenschte soort gewonnen heeft, vormen zijn culturen misschien wel de belangrijkste bron van besmetting.

Dat in deze kweekerijen de smetstof zeer verspreid moet zijn is duidelijk. Talrijke zaailingen met alle graden van vatbaarheid staan er door elkaar, en voor dat de meest vatbare om de hevigheid, waarmede de ziekteverschijnselen er zich in vertoonen, zijn opgeruimd, hebben zij haar besmettende werking reeds uitgeoefend.

Terwijl dus maatregelen tegen den import dezer ziekten niet mogelijk zijn, zal elk land voor zich de gezondheidstoestand der aldaar verbouwde aardappelrassen kunnen bevorderen.

Hoe dit zal moeten gebeuren, daarover raadplege men een door Oortwijn Botjes (1919) geschreven brochure.

'LITERATUUR.

AITKEN 1837, The potato rescurd from disease. London 1837.

ALLARD 1914, The mosaic disease of tobacco. Bulletin of the U.S. Dep. o Agric. No. 4.

——— 1915. Distribution of the virus of the Mosaic disease in capsules, filaments, anthers and pistils of affected tobacco-plants. Journal of Agr. Research. Vol. V No. 6.

——— 1916, Some properties of the virus of the Mosaic disease of tobacco. Journal of Agr. Research. Vol. V No. 7.

——— 1916, A specific Mosaic disease in Nicotiana viscosum distinct from the Mosaic disease of tobacco. Journal of Agr. Research. Vol. VII No. 11, Apr. 1917 No. 5.

——— 1917, Further studies of the Mosaic disease of tobacco. Journal of Agr. Research. Vol. X No. 12, Sept. '17.

APPEL 1907, Aus der Geschichte der Kartoffelkrankheiten, Arb. a. d. Kais. Biol. Anst. f. Land- und Forstwirtschaft V p. 378.

APPEL und SCHLUMBERGER 1911, Die Blattrolkrankheit und unsere Kartoffelernten. Arbeiten der deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft Heft 190.

APPEL 1918, Die Blattrollkrankheit der Kartoffel, Deutsche Landwirtschaftliche Presse, 16 Febr.

BAUR 1906, Berichte der Deutsch. Botan. Gesellschaft.

——— 1910. Biol. Centralbl. 30, p. 497.

BAVEGEM. VAN 1872. Over de ontaarding der aardappelen. Dordrecht.

BEIJERINCK 1898, Over een contagium vivum fluidum als oorzaak van de vlekziekte der tabaksbladeren. Wis- en Natuurkundige Afd. v. d. Kon. Acad. v. Wetensch. te Amsterdam.

BROWN and MORRIS 1893, Journal of the Chemical Society Vol. XIII London.

BUNZEL 1913, Biochemical study of the curly-top of sugar beets. U. S. Dep. o. Agr. Bur. o. Plant Industry, Bul 277.

——— 1914, Oxidases in healthy and in curly dwarf potatoes. Journ. of Agr. Research.

CALUWE DE 1908, Handelingen van de 12de Vlaamsch Natuur- en Geneeskundig Congres te St. Niklaas p. 195.

CLINTON 1915, Chlorosis of plants with special reference to calico of tobacco. Part VI of the Report of 1914 o. t. Connecticut Agricultural Exp. St. New Haven Conn.

DARWIN 1868, Variation of animals and plants undei domestication.

DIX 1913, Ueber die Blattrollkrankheit der Kartoffel. FÜHLING's Landw. Zeitung LXII p. 214.

DOBY 1911 en 1912, Biochemische Untersuchungen über die Blattrollkrankheit der Kartoffeln. Zeitschr. f. Pfl. krankh. Band. XXI en XXII.

EHRENBERG 1904. Der Abbau der Kartoffeln. Landw. Jahrb. XXXIII.
EYKMAN 1905. Geneeskundige bladen.
FISCHER A. 1891. Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse. Pringsh. Jahrb. XXII. p. 731.
FOËX 1914, Bull. d. l. Sol. d. path. veg. de France No. 1, p. 42.
GIRARD 1900, Recherches sur la culture de la pomme de terre industrielle et fourragère. 2 me ed. Paris.
HALL, VAN 1902, Bijdragen tot de kennis der bacterieele plantenziekten. Amsterdam.
——— 1912, Eerste Verslag van de Robusta selectie. Mededeelingen van het Proefstation Midden-Java No. 7.
——— 1917, Ziekten en Plagen der Cultuurgewassen in Nederlandsch Indië in 1916. Mededeeling van het Lab. voor Plantenziekten No. 29 Batavia.
HANSTEIN 1860, Versuche ueber die Leitung des Saftes durch die Rinde und Folgerungen daraus. (Jahrb. f. wiss. Bot. II, 392).
HEDLUND 1910, Tidschrift för Landtmän.
HONING 1911, De oorzaak der slijmziekte en proeven ter bestrijding, III Deli-proefstation te Medan 5de jg. 6de afl.
——— 1912, Beschrijving van de Deli-stammen van Bacillus solanacearum SMITH, de oorzaak der slijmziekte. Med. v.h. Deli-proefstation te Medan 6de jg. 7de afl.
HUNGER 1903, Bemerkung zur WOOD'schen Theorie über der Mosaikkrankheit des Tabaks.
IMRE 1913, Burgonya-betegségeh: Levélfodrosság. Gyürüsbetegség. Levelsodródás. Magyaróvár.
IWANOWSKI 1903, Ueber die Mosaikkrankheit der Tabakspflanze. Zeitsch. f. Pflanzenkrankheiten XIII.
JONES 1905, Disease resistance of potatoes. U. S. Departement of Agriculture. Bur. o. Plant Industry Bul. 87.
JORDI 1613, Arb. d. d. Auskunftstelle für Pflanzenschutz der landw. Schule Rütti Bern pro 1912/13 p. 8.
KONING 1899, WOODS' Destruction of Chlorophyll bij Oxidizing Enzymes. Indische Mercuur 16 Dec.
———1899, Die Flecken oder Mosaikkrankheit des holländischen Tabaks.
KÜHN 1858, Die Krankheiten der Kulturgewächse, Berlin.
LECLERQ DU SABLON 1912, Les incertitudes de la Biologie Paris. p. 139.
LIND 1915, Runkelroernes Mosaiksyge, Tidsskrift for Planteavl, XXII p. 444.
LIND en ROSTRUP 1916, Maanèdlige Oversigter over Sygdomme hos Landbrugets Kulturplanter fra Statens plantepatologiske Forsog April, Juli 1916, Kopenhagen.
LINDEMUTH 1878, Ueber vegetative Bastarderzeugung durch Impfung. Landwirtschaft. Jahrbücher VII.
LINDEMUTH 1907, Studiën über die sogenannte Panachüre. Thiel's landw. Jahrb.
LOEW 1900, Physiological Studies of connecticut Leaf Tobacco. U.S. Departm. of Agric. Report No. 65, 1900.
VAN LUYK 1916, Een knopvariatie bij aardappels, Cultura.
MAYER ADOLF 1886, Ueber die Mosaikkrankheit des Tabaks, Landw. Vers. Stat. Bd. XXXVIII, p. 450.
MODESTOV 1917, (Ref. Bot. Centralbl. 48) Die Grössenverhältnisse des Wurzelsystems bei den verschiedenen Typen von Anbaupflanzen.
OORTWIJN BOTJES 1919, Iets over het kweeken van ziektevrij pootgoed bij aardappelen. Directie van den Landbouw, 's Gravenhage.
ORTON 1914, Potato wilt, leaf roll, and related diseases, Bull. o. t. U. S. Dep. o. Agric. No. 64.
PALLADIN 1911, Pflanzenphysiologie, Berlin.
PERROT 1899, Le tissu criblé, Paris.

PETHYBRIDGE 1912, Investigations on potato diseases (Third report. Journal of the Dep. o. Agr. a. techn. Instruction for Ireland XII.
QUANJER 1910, De krulziekte van de aardappelplant, Staring's Almanak.
——— 1913, Die Nekrose des Phloems der Kartoffelpflanze, die Ursache der Blattrollkrankheit, Mededeelingen van de Rijks Hoogere Land-, Tuin- en Boschbouwschool, deel VI, p. 41.
QUANJER, V. D. LEK en OORTWIJN BOTJES 1916, Aard, verspreidingswijze en bestrijding van Phloeemnecrose (bladrol) en verwante verschijnselen, o.a. sereh. Mededeelingen van de Rijks Hoogere Land-, Tuin en Boschbouwschool, Deel X p. 1.
RAUWERDA 1905, Leeuwarder Courant.
ROTMISTROFF 1908, Die Gebiete der Verbreitung der Wurzeln bei einjährigen Kulturpflanzen u. Sommersaaten, Russ. Journ. f. experimentelle Landwirtschaft p. 24.
ROYAL AGR. SOC. ENGLAND 1884, Journal XX, 291.
SACHS 1863, Ueber die Leitung der plastischen Stoffe durch verschiedene Gewebsformen, Flora XLVI, p. 33.
——— 1882, Vorlesungen ueber Pflanzenphysiologie, p. 434.
SALMON 1904, Recent Researches on the Specialisation of Parasitism in the Erysiphaceae. The new Phytologist, vol. III.
SCHANDER 1916, Die wichtigsten Kartoffelkrankheiten und ihre Bekämpfung. Arbeiten der Gesellsch. z. Förd. d. Baues und der wirtschaftlich zweckmässigen Verwendung der Kartoffeln Heft 4.
SCHIMPER 1885, Ueber Bildung und Wanderung der Kohlehydrate in den Blätttern. Bot. Ztg. XVIII, p. 737.
SCHIMDT E. W. 1917, Bau und Funktion der Siebröhre der Angiospermen, G. FISCHER, Jena.
SHIRREFF 1819, On the curled disorder in potatoes, Memoires of the Caledonian Horticultural Society. Vol. I Ed. 2. Edinburgh.
SMITH E. F. 1891, Additional Evidence of the Communicability of Peach Yellows and Peach Rosette, U. S. Dep. o. Agric. Bur. o. Veg. Pathology Bull. No. 1.
STAHEL 1917, De zeefvatenziekte (phloeemnecrose) van de Liberiakoffie in Suriname (koffiewortelziekte). Med. v. h. Dep. van Landbouw in Suriname No. 12.
STEWART 1916, Observations on some degenerate strains of potato, N. York State Bull. 422 p. 319.
STÖRMER 1911, Zeit- und Streitfragen im Kartoffelbau, Kartoffelverwertung, Jahrg. 1911, No. 7, 9 en 10.
STÖRMER 1911, Abbau und Wiederauffrischung von Kartoffelsorten durch Bodeneinflüsse. Illustr. landw. Zeitung 1911, No. 19, p. 177.
STUART 1915, Potato breeding and selection U. S. Dep. o. Agric. Bull. No. 195. Bureau of Plant Industry.
SUSUKI 1902, Chemische und physiologische Studien über die Schrumfkrankheit des Maulbeerbaums, eine in Japan sehr weit verbreitete Krankheit. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., 1902, p. 203.
VERSLAGEN 1836, 1837 en 1846, van den Heer Staatsraad Gouverneur en van de Heeren Staten aan de Heeren gedeputeerde Staten der Provincie Vriesland.
VÖCHTING 1902, Ueber die Keimung der Kartoffelknollen, Bot. Ztg.
VUILLEMIN 1895, Considerations générales sur les maladies der végétaux. Traité de Pathologie générale T. I.
WESTERDIJK 1910, Die Mosaikkrankheit der Tomaten. Med. v. h. Phytopath. Lab. „Willie Commelin Scholten," Amsterdam No. 1.
——— 1916, Die Mosaikkrankheit der Kartoffelpflanze, Jahresbericht der Vereinigung für angewandte Botanik" XIV, p. 145.
——— 1916, Aardappelziekten in Nederlandsch Oost-Indië, Teysmannia No. 1 en 2.

WOODS 1902, Observations on the Mosaic disease of tobacco. U. S. Dep. of Agr. Bur. o. Plant industry Bul. 18.
WORTLEY 1914/15, Seed potato improvement, measures for the control of seed potatoes imported into Bermuda. Report of the Director of Agriculture for the years 1914 and 1915. Bermuda Dep. of Agric.
——— 1918, Potato leaf-roll: its diagnosis and cause. Phytopathology VIII No. 10 p. 507.

THE MOSAIC DISEASE OF THE SOLANACEAE: ITS RELATION TO PHLOEM-NECROSIS AND ITS EFFECT ON POTATO-CULTURE.

(SUMMARY OF THE PRECEDING PAPER).

The „Curl" of potatoes is an old disease, which, by earlier authors, was associated with degeneration or senility of the variety. At the beginning of this century APPEL made it clear, that the term „curl" had been applied to a number of distinct diseases: he established one of these under the designation „leaf-roll" and he retained the old name „leaf curl" for another type. This last type is the same as that known in America as „curly dwarf". Another disease related to this group is described in America as „mosaic". (Compare OORTON 1914).

The author of the present paper has made observations and experiments on these diseases during the past twelve years and has come to the conclusion. that the old conception of „leaf curl" includes two distinct diseases:

1. *Leaf-roll* which is better termed *phloem-necrosis* or *lepto-necrosis*. It is contagious and pseudo-hereditary (OORTWIJN BOTJES 1919) and by these characteristics distinguishable from pseudo-leaf-roll caused by soil influences. Moreover it is characterised by necrosis of the phloem strands and thereby differentiated from foot- and wilt-diseases (QUANJER 1913).

2. *Leaf-curl* (curly dwarf), which may be more appropriately called *mosaic*, since it is a more intensified form of the latter disease. In several varieties of potatoes the author has observed that healthy plants, exposed to contamination by neighbouring plants affected with mosaic or curly dwarf show in their progeny the first faint symptoms of mosaic, which become accentuated and pass into the well known curlin gand dwarfing in the following generation. (Pl. II, III and V.)

There is a good deal of similarity between phloem-necrosis and mosaic. These diseases are not recognisable. or, if so, only with difficulty in the year in which infection occurs. In the case of phloem-necrosis sometimes, and in certain varieties (e. g. Paul Krüger), it may be recognised in a mild form in the upper parts of the plants as „primary leaf-roll". In the progeny of these primarily infected plants the disease develops in its intense or „secondary" form, which readily admits of definite diagnosis. The same thing holds good with regard to tne mosaic disease. In a primarily infected plant the symptoms are not evident in any appreciable degree, while even in the direct progeny the disease may vary from a scarcely discernable form to intense mosaic. In the following generation the mosaic is coupled with a curled or dwarfed habit. Thus the progress of mosaic in several varieties is slower than that of phloem-necrosis.

That both, phloem-necrosis and mosaic are contagious can be proved by grafting diseased scions on healthy stocks, or by transplanting halves of diseased tubers om halves of healthy ones (Pl. VII, 36 and fig. 37). These same methods have been used in order to prove that mosaic — though varying somewhat according to the variety of potatoes — is indeed the very same kind of disorder.

The chief sources of contamination in nature are neighbouring diseased plants. On heavy clay soil at Wageningen only the very nearest neighbouring plant was infected (Pl. VI, 27); on light sandy or peaty soils, however, infection passed on to the third, fourth or fifth plant, i.e. to a distance of two or three yards (Oortwijn Botjes 1919).

It has been shown by experiment that the infection passes as a rule through the soil, not through the air (Pl. VI, 28, 29, 30, 31, Pl. VII, 32, 33 and 34). Sometimes exeptions occur.

The question arises as to whether the contagium (virus or more probably ultramicroscopic parasite) can live saprophytically in the soil from the moment in which it has been deposited there by diseased plants till the time when a new crop of potatoes is raised. The experiments made to solve this question at Wageningen in the southern part of our country, have proven that in the case of mosaic no soil infection occurs. In the case of phloem-necrosis however they have not led to uniform results. It is to be borne in mind, that it is very difficult to determine whether primary infection has occurred by observing the mild symptoms of disease in the upper parts of the plants, since the latter may easily be confounded with injury due to soil conditions or attack of the subterranean parts by various parasites. Therefore not only the plants of the experiment itself, but also the progeny of each of them has always been kept under observation. The author's first experiments in 1915 on soil infection with phloem-necrosis on plots which had borne diseased plants some years before led to positive resutls. Check plants on plots, on which potatoes had never been grown, kept healthy. In that case from one to five mild winters intervened between the summer in which the disease occurred and the summer in which healthy plants were again raised. But when these experiments were repeated in 1917 after a very severe winter, the soil had entirely got rid of the contagium, nor could the existence of soil infection be proved in the case of mosaic. Oortwijn Botjes (1919) in the north of our country has made several experiments on soil infection but never saw traces of it, either in the plants of the experiment or in their progeny. The number of intervening winters during the term of his experiments varied from two to five. Wortley (1918) agrees with Oortwijn Botjes in this respect. Two circumstances are to be considered in explaining the seemingly positive result of 1915. Firstly it is to be observed that in Wageningen in mild winters a few deep growing tubers often remain alive in the soil, from which stunted plants develop, which even when the field is regurlarly cultivated, may again produce a few deeply placed small tubers. Also tubers have been found at a depth of about half a yard in the soil,whichafterhavingpassed the first winter, produced no stalks, but only tuber bearing stolons (Pl. VIII, 41). It is scarcely to be supposed that living parts of the plant could remain in this way for more than two winters. Secondly attention is called to the fact that in exceptional cases infection seems to spread from a diseased plant over much greater distances than the two or three yards, which as a rule is the maximum of spreading power. Observations by Oortwijn Botjes (1919) give occasion to the suggestion, that some of the cases of infection ascribed by the author to the soil originated in reality from diseased plants, growing at a distance of about twenty yards from the experimental plots, and the question is raised what may have acted as disease-carrier.

Tops of mosaic potato-plants have been grafted on healthy tomato and tobacco, tops of mosaic tomato on healthy potato and tobacco and tops of mosaic tobacco on healthy potato and tomato. It was found that the disease always proceeded from tobacco to tomato (Pl. VIII, 38) and reciprocally in about two weeks. Spreading from tobacco to potato or vice versa has not yet been observed by the author, but positive results were obtained by grafting tomato on

potato of the variety Zeeuwsche Blauwe and back to tomato. (Pl. VIII, 39 and 40.) With two other potato varieties, Eigenheimer and Bravo, no interchange occurred. Thus this question has as yet been only partially solved. It would seem that the contagium of tobacco has more difficulty in adapting itself to potato than to other members of the Solanaceae. At all events it is clear now that the name mosaic is to be preferred for the potato disease, and that the term „curl" has only an historical value.

There ist some irregularity in the infection of neighbouring plants, some of hem giving progeny which consists partly of typically diseased and partly of healthy plants. This would lead us to regard the contagium rather as a parasite than as a fluid. The same consideration holds good for LINDEMUTH's infectious mosaic of ornamental Abutilons and other Malvaceae; when this beautiful variegation is propagated by grafting on the perennial Malvaceous plant *Sida napeae,* some of the shoots will show the symptoms of mosaic next year, whereas others are exempt from it. Phloem-necrosis of coffee (STAHEL 1917), yellow-stripe and sereh of sugar cane, mosaic of beet, peach yellows and rosette, and probably the Japanese mulberry-disease resemble very much the potato diseases described here.

The increased activity of the oxidase and peroxidase enzyms, which, in the case of tabacco-mosaic, are considered by WOODS as the infective principle, must be of secondary importance. The most divergent plant diseases, e.g. attacks of tomato by Cladosporium, of peas and beans by Tetranychus, are characterised by enzymatic disturbances and, as is shown by VAN DER HAAR (chapter V) in the case of leaf-roll, not only the oxidising enzyms but also the amylase and the invertase of the tubers have increased their activity. Mosaic, leaf-roll and the other related diseases enumerated above and considered by SORAUER as enzymatic, might be more appropriately called sieve-tube diseases or leptoses.

Only the upper new leaves and axillary shoots acquire the symptoms of mosaic and related diseases; in other words the contagium once introduced into the plant is directed with the flow of organic material to the growing tissues. The fact that this flow passes through the phloem-strands is most conspicuous in the case of phloem-necrosis where the tracks themselves have been already attacked. How the transport of starch from the leaves downward is inhibited by phloem-necrosis is shown in the authors' paper „Sur la fonction du tissu criblé" (1919) which gives sketches of healthy and diseased plants that were submitted in the very early morning to SACHS' iodine reaction. Healthy plants have conveyed all their carbohydrates to the tubers, but the lower leaves of the secondary diseased ones are still full of starch. In this type of plant phloemnecrosis proceeds from the base upward as the external symptoms do; and the stoppage in the translocation of starch is most effectual in the basal leaves. In the primarily deseased plants a little phloemnecrosis is found in the upper part of the stalk and the upper leaves. Here starch transport is inhibited, whereas the lower leaves are empty. The stalk — because of the delay in the transport — has not been able to pass on all its starch to the tubers.

In physiology the old dispute between HANSTEIN (1860) who supposes the carbohydrates to pass through the phloem-strands and SACHS (1863) who supposes them to pass through the parenchyma has never been settled. The author's observations are strongly in favour of HANSTEIN.

Whereas the transmission of either of these potato-diseases to the progeny of diseased plants through the tubers takes place without exception, transmission by way of the embryo is rather rare; in the case of tomato-mosaic it sometimes occurs, in the case of tobacco-mosaic it is not known to occur. ALLARD wonders what efficient barrier may guard the embryo. If we suppose the cause to be a parasite, even an

ultramicroscopic one, it is easy to understand that the embryo is protected from infection. The phloem-strands connect the mother plant with the young tuber, but between the plant and the embryo this connection is interrupted twice, once between the mother plant and the endosperm and the second time between the endosperm and the embryo. The embryo feeds by means of osmosis and can only absorb fluid matter. So there is every reason to agree with ALLARD (1916) that the pathogenic agent is a parasite.

The well known hypothesis of the degeneration of potato varieties as a consequence of continued vegetative reproduction is explained by the fact, that the two diseases, which have been considered as degeneration are always propagated vegetatively by tubers but only exeptionally by sexual reproduction. Further, this hypothesis has been supported by the fact that plants attacked either by phloem-necrosis or mosaic are more susceptible to *Phytophtora infestans* than healthy potato plants of the same variety. There may yet be another reason for the degeneration theory, as the possibility must be admitted that the contagia which cause phloem-necrosis and mosaic will gradually become adapted to varieties which at first were highly resistant.

True leaf-roll or phloem-necrosis, as is to be concluded from the literature, is distributed in all countries, in which the culture of potatoes prevails. Until a short time ago, no data being at hand about its occurrence in France, the author asked FOËX (Paris) to enquire into the matter and was soon informed that it prevailed severely in that country. V. D. GOOT (Buitenzorg) sent from Java, where potato-culture exists on the highlands, specimens with typical phloem-necrosis. Since its relation with the tobacco-mosaic has been stated the mosaic-disease also must be widely spread.

It has been pointed out by OORTWIJN BOTJES (1919) how from susceptible varieties disease-free (not immune!) strains can be isolated; the same method has been applied by him in getting rid of mosaic. By means of selection satisfactory results have been obtained in the province of Frisia in maintaining the well known Frisian Eigenheimer, which is susceptible to mosaic, free from it. This selection is greatly facilitated by the well organised field inspections in that province. At the inception of this organisation (about 1903) only a very crude kind of selection was made by removing diseased „hills"; but gradually certain farmers have systematically selected the best plants, and from each of them they have bred the progeny apart, selecting from it anew the best plant. Some farmers have been fortunate enough to avoid the sources of infection without knowing mosaic to be contagious. But now that they have been informed about the mode of dissemination of this trouble they are better able to avoid re-infection.

One of the most important points in the breeding of new varieties must be to pay close attention to their resistance to mosaic and phloem-necrosis.

Variation in asexual reproduction is much more limited than in sexual. Whether it is possible to obtain really resistant strains by selection only is doubtful. But when sports (mutations) occur it seems possible that variations in suspectibility might be connected with differences in shape and colour of the tubers and growth-habit of the haulm. This part of the problem is still in its infancy.

VERKLARING DER FIGUREN.
EXPLANATION OF PLATES.

Fig. 1.
Blad van een mozaiekzieke Bravo.
Leaf of variety Bravo attacked by mosaic.

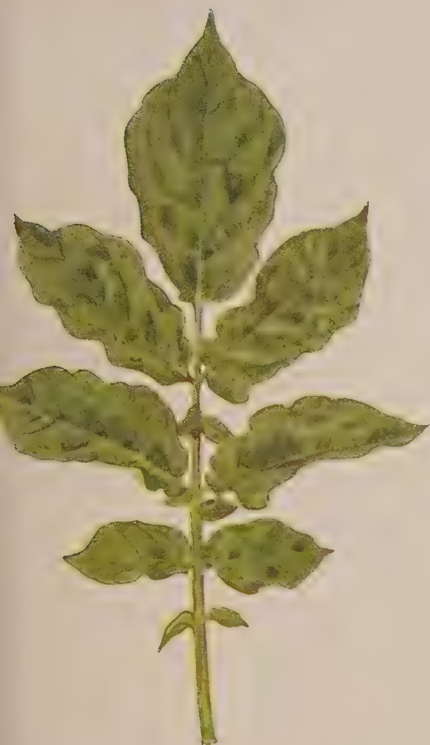
Fig. 2.
Gezond blad derzelfde soort.
Healthy leaf of this variety.

Fig. 3.
Bladrol zooals het zich voordoet bij de hooger geplaatste bladeren van primair zieke of de middelste bladeren van secundair zieke planten der soort Paul Krüger. De roode kleur bevindt zich aan weerszijden nabij de basis der blaadjes.

Leaf-roll (phloem-necrosis) as shown by upper leaves of primary diseased plants or median leaves of secondary diseased plants of variety Paul Krüger; it is characteristic that the red tinge is restricted to the edges of the basal part of the leaflets.

Fig. 4.
Dergelijk blad van een plant d soort Bravo, aan dezelfde ziel lijdende.

Similar leaf of variety Bravo, attac by phloemnecrosis; here only a yel discolouration exists at the edges of base of the leaflets.



1



2



3



4

Plaat II.

Fig. 5.
Oud gezond Eigenheimer blad.
Healthy older leaf of variety Eigenheimer.

Fig. 6.
Jong blad van de soort Eigenheimer met begin der mozaiekziekte.
Young leaf of this variety with faint symptoms of mosaic.

Fig. 7.
Vergevorderd of we vingsstadium der ziekt bij deze soort.
Advanced stage of mosa („curl") in this variety.

Fig. 8.
Gezond blad van de soort Zeeuwsche Blauwe.
Healthy leaf of variety Zeeuwsche Blauwe.

Fig. 9.
Blad van een mozaiekziekeZeeuwsche Blauwe.
Leaf of this variety attacked by mosaic.

Fig. 10.
Gezond blad van de soort Roode Star.
Healthy leaf of variety Roode Star.

Fig. 11.
Blad van een m zaiekzieke Roo Star.
Leaf of this vari attacked by mos

Fig. 12.
Blad van een mozaiekzieke Bravo met bijzonder opvallend welvingstype; in dit geval is het bewijs van identiteit met het mozaiek van Pl. I fig. 1 nog niet geleverd.
Peculiar case of mosaic („curl") in variety Bravo.

Fig. 13.
Laag geplaatst vroeg afvallend blad van een mozaiekzieke Bravo met het welvingstype van fig. 12.
Lower leaf of this variety with „curl".

Fig. 14.
Bladvin van een gezonde tomatenplant.
Leaflet of healthy tomato.

Fig. 15.
Bladvin van e mozaiekzieke matenplant.
Leaflet of mosaic mato.

All these different forms of mosaic and curl in different varieties of potatoes are sympt of one and the same mosaic disease and by transplantion experiments have been pro to be identical with the mosaic shown on Pl. I Fig. 1. Only in the cases of 12 and 1 there still any doubt as to the identity.


5


6


7

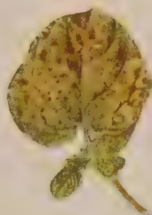

8


9


10


11


12


13


14


15

H. Ramaer
1915

PLAAT III.

Fig. 16.

Gezonde stengeltop van de soort Eigenheimer
Healthy top of variety Eigenheimer.

Fig. 17.

Mozaiekzieke stengeltop van dezelfde soort met begin van welving.
Mosaic top of this variety.

Fig. 18.

Stengeltop derzelfde soort met vergevorderd stadium der ziekte: sterke welving en ineengedrongen bouw.
Top with advanced stage of disease („curly dwarf") of this variety.



Fig. 16.



Fig. 17.



Fig. 18.

PLAAT IV.

Fig. 19.

Gezonde plant van de soort Bravo, een maand na het opkomen.

Healthy plant of variety Bravo, one month old.

Fig. 20.

Plant van dezelfde soort, waarin de ziekte pas zichtbaar is geworden een maand na het opkomen.

First symptoms of mosaic in a one month old plant of this variety.



Fig. 19.



Fig. 20.

Plaat V.

Fig. 21.

Gezonde en mozaiekzieke plant van de soort Zeeuwsche Blauwe, twee maanden na het opkomen (begin Juli) dus in den tijd dat de keuring te velde plaats vindt.

Healthy and mosaic plants of variety Zeeuwsche Blauwe, two months old.

Fig. 22.

Blad met het zooge noemde Acerbont. D bleeke randen door pijl tjes aangegeven.

Leaf of variety Eigenhei mer with true variegatior a yellowish white band oc cupying a wide but quit variable area around th margin of the leaf, the nor mal green being limited t the centre, usually surroun ding the midribs and ofte separated locally from th whitish area by a lighte hazy green. It is not conta gious any more than the va riegation of *Acer Negundo*.

Fig 23.

Vergevorderd of welvingsstadium der mozaiekziekte bij de soort Bravo, twee maanden na het opkom en (begin Juli) dus in den tijd van de veldkeuring.

„Curl" in the variety Bravo (cf. Pl. II, 12 and 13).

Fig. 24.

Mozaiekzieke plant van de soort Zeeuwsche Blauwe, drie maanden na het opkomen (begin Augustus). De plant ligt bijna geheel plat tegen den grond; de gezonde planten zijn dan nog in vollen fleur en staan overeind.

Older mosaic plant of the variety Zeeuwsche Blauwe. The haulm is procumbent as a consequence of the disease.

Fig. 25.

Blad met het zoogenaamde Aucubabont: de lichte vlekjes door pijltjes aangegeven.

Leaf of variety Paul Krüger with spots varying in colour from light green to yellowish white, resembling the variegated *Aucuba japonica*.

Fig. 26.

Roode Star met vergevorderd of welvingsstadium der mozaiekziekte en gezonde plant derzelfde soort twee maanden na het opkomen.

Variety Roode Star with advanced stage of mosaic, and a healthy plant of same age.



Fig. 21.

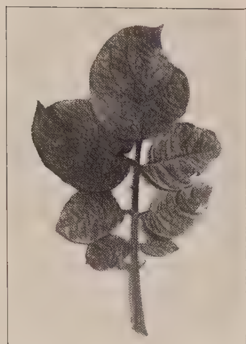


Fig. 22.



Fig. 23.



Fig. 24.



Fig 25.



Fig. 26.

Plaat VI.

Fig. 27.

Proef met Bravo planten (op zwaren klei) om na te gaan hoever zich bladrol en mozaiek daarin verspreiden (Hoofdstuk III, 3, blz. 13)

The upper row of circles represents an isolated row of plants growing in 1917 on heavy clay, being the progeny of one plant. The two black circles represent plants attacked by phloem-necrosis, the six gray ones by mosaic. Of one of these (the sixth) only some stalks are mosaic. Under each of the circles a vertical row of five circles is drawn, representing the asexual progeny in 1918 of the corresponding plant in 1917. It is seen from the progeny of 1918 that phloem-necrosis spread in 1917 to the next neighbour, and even has infected the then following neighbour so slightly that the disease is appreciable in the sprouts of its progeny. The extension of mosaic to the neighbouring plants occurred in an entirely analogous way: the partially infected plant produced entirely diseased offspring. Generally the mosaic proceeds to the next neighbour; in exeptional cases the following neighbour is also infected.

Fig. 28.

Proef met Bravo en Paul Krügerplanten (op lichteren grond), waaruit blijkt, dat de mozaiekbesmetting door een in den grond aangebrachte afscheiding wordt tegengehouden (Hoofdstuk III, 4, blz. 14).

The two vertical rows of circles each represent a row of five mosaic plants of the variety Paul Krüger, growing on sandy soil; the two horizontal rows are healthy plants of the variety Bravo. In the left plot an iron partition was fixed into the soil to a depth of more than one yard; in the other plot (situated at some distance) the roots of the healthy and diseased plants could mingle. The next year the whole progeny of the left plot was still healthy; the whole offspring of the Bravo of the right plot was diseased.

Fig. 29.

Proef met Paul Krüger planten, genomen in 1915 en '16, waaruit blijkt, dat de bladrolbesmetting door den grond en niet door de lucht gaat. (Hoofdstuk III, 4, blz. 14/15).

In 1915 a row of tubers attacked by phloem-necrosis and a row of healthy ones were planted side bij side (on the left). Between them above the ground a double wire screen was erected, so that the roots could reach each other, but the haulms could not. On another plot (on the right) a row of tubers attacked bij the same disease was planted at the side of a trench in which healthy plants were placed in pots. Each pot was wrapped in „wood-wool", so that the roots could not reach those of the diseased plants; the haulms, however, could touch each other. In 1916 all the healthy plants of the first plot produced diseased progeny, whereas all the pot-plants of the other plot had healthy offspring.

Fig. 30.

De beide rijen Paul Krügers van de linkerhelft van fig. 29 zijn hier gephotographeerd; voor het dubbele kippengaas ziet men de zieke planten, daarachter de gezonde.

Photo of the row of diseased plants, separated from the row of healthy ones by means of double iron wire (cf. 29).

Fig. 31.

Op den voorgrond de zieke Paul Krügers van de rechterhelft van fig. 29; daarachter in potten, omgeven door houtwol (door pijltjes aangeduid) en in een greppel geplaatst de tien gezonde planten. Deze groeien weinig, zooals bij potplanten in den regel het geval is.

Photo of the row of healthy plants separated from the row of diseased ones by means of a trench, pots and „wood-wool" (cf. 29).



Fig. 27.

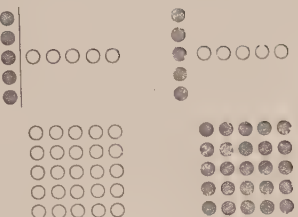


Fig. 28.

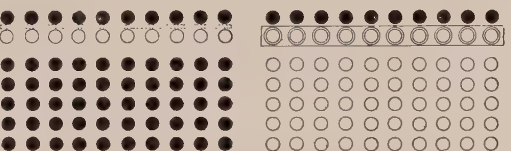


Fig. 29.



Fig. 30.



Fig. 31.

Plaat VII.

Fig. 32.

Zinken kastjes proef over bladrol in 1915 en '16 (Hoofdstuk III, 5, blz. 15).

Cases of zinc below and glass above in which two potato-plants, a healthy one and a leaf-rolled one, grew side bij side (cf. 34). In the first two cases the roots could mingle but the haulms were separated by a glass partition. In the following two cells the roots were separated by pots, whereas the foliage could mix; in the last two cells both roots and haulms were separated. The result in 1916 was that contamination had only occurred there where the roots could mingle.

Fig. 33.

Dezelfde proef over de mozaiekziekte in 1917 en '18 (Hoofdstuk III, 5 blz. 15).

The same experiment with mosaic. In each pair of cases the varieties Blauwe and Eigenheimer were used alternately as sources of infection. The healthy plants, which were exposed to infection. were of the variety Eigenheimer. No matter which variety was used as source of contamination, the Eigenheimer in every case caught the disease, where the roots were exposed to it; it did not or exeptionally, where the foliage was exposed. From this it is clear that the mosaic of each variety is identical. Whereas in 1917 the Eigenheimer used as source of infection had the mild or „mosaic" form of disease, in 1918 it had strengthened into the „curly dwarf" form (indicated by a darker gray colour). The newly infected plant had weak mosaic in 1918. Hence the passing from mosaic to „curly dwarf" is proved. The variety Blauwe is not able to assume the „curly dwarf" form allthough it may be very diseased, the disorder retains the mosaic form.

Fig. 36.

Transplantatieproef (Hoofdstuk III, 6). Links de gezonde controlehelften, in 't midden de getransplanteerde knollen, rechts de zieke controlehelften.

On the right six halves of diseased tubers, the other half of each of which was transplanted to half a sound tuber (in the middle). On the left the six control halves of the sound tubers. The transplanted sound halves united with the diseased halves by means of the phloem portions of their vascular rings. After being planted the shoots from the sound halves proved to be contaminated.

Fig. 34.

Photo der zinken kastjes in dezelfde volgorde als in fig. 32 en 33.

Photo of the cells of 32 and 33.

Fig. 35.

Nateelt in 1916 van de zinken-kastjes-proef over bladrolziekte in 1915 begonnen. Men ziet met elkaar afwisselend rijen van gezonde en rijen van zieke planten, vormende de nateelt der beide middelste kastjes van fig. 33. Een van de rijen zieke planten door pijltjes aangegeven.

Photo of the result of experiment 32 in the year 1916. The arrows indicate a row of plants, representing the offspring of the plant in the third cell, which in 1915 had served as source of infection. It was planted between the two healthy rows of descendants of the plants which were protected from contamination by a pot.

Fig. 37.

Transplantatieproef. Links een gezonde controlehelft, in 't midden een getransplanteer e knol, rechts een zieke controlehelft.

In the centre a combination of a sound half and a diseased one the other halves are to be found on the left and the right.

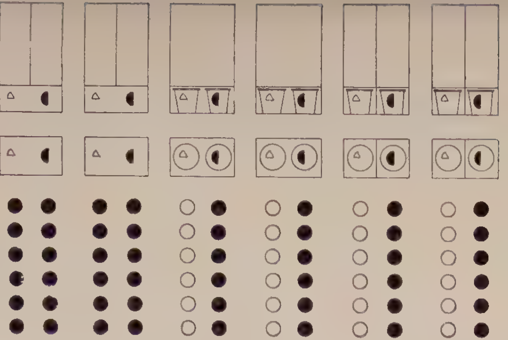


Fig. 32.

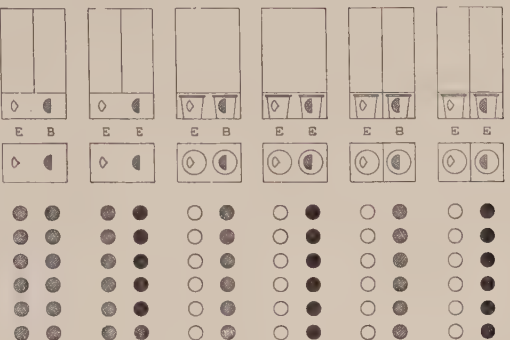


Fig. 33.



Fig. 36.



Fig. 34.



Fig. 35.



Fig. 37.

Plaat VIII.

Fig. 38.

Enting in 1917 van mozaiekzieke tabak op den hoofdstengel (eenigszins naar rechts gebogen) van een tomatenplant. De naar boven gerichte onder de entplaats uitloopende okselspruit begint twee weken na de enting ziek te worden, hetgeen in de photo zichtbaar is aan de welving van de jonge blaadjes.

Graft of mosaic tobacco (a) on the main stem of a tomato plant; the first axillary shoot (b) below the graft sprouted vigorously upward and showed mosaic two weeks after grafting.

Fig. 39.

Enting in 1918 van mozaiekzieke Zeeuwsche Blauwe aardappel op hoofdstengel van tomatenplant. Overgang der ziekte in de toppen der hard groeiende zijspruiten na drie weken.

Graft of mosaic potato (a) on healthy tomato; he vigorously growing axillary shoot showed symptoms of mosaic three weeks afterwards; one of the diseased leaves is indicated by b.

Fig. 41.

Aardappels, die na overwintering op een diepte van een halve M. geen spruiten, maar wel nieuwe knollen voortbrengen, in welke het contagium tot den tweeden zomer kan blijven leven.

That the contagium lives as a saprophyte in the soil is not probable. It may occasionally pass in the soil two winters, depending upon living parts of the potato as is shown by these tubers, which, after having passed the first winter at a depth of more than half a yard, produced no stalks, but only tuber bearing stolons.

Fig. 40.

Door enting met aardappel mozaiek geworden blad van de plant van fig. 39 met de nabij de punten typisch versmalde blaadjes, zooals die tengevolge van sterke infectie bij tabak en tomaten optreden.

One of the leaves of the plant of 39, with mosaic originating from potato.

Fig. 42.

Aardappelbladeren beschadigd door wantsen (Lygus sp.).

Injury caused by Lygus sp. (Capsid bug) which is sometimes confounded with mosaic. It is found in the neighbourbood of brushwood or meadows and charactirised bij little punctures and holes.

Voor fig. 43 zie fig. 3 op blz. 100 van deel XVI van dit tijdschrift voor fig. 44 zie fig. 4, voor fig. 45 zie fig. 5 op blz. 101.

For pl. 43 cf. pl. 3 p. 100 of Vol. XVI of this journal, for pl. 44 cf. pl. 4, for pl. 45 cf. pl. 5 on p. 101 (Sur la fonction du tissu criblé.)



Fig. 38.



Fig. 39.

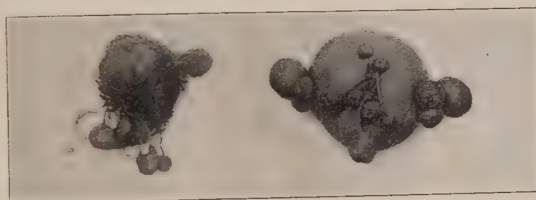


Fig. 41.



Fig. 40.



Fig. 42.

HET STERILISEEREN VAN GROND DOOR MIDDEL VAN STOOM.

DOOR

Ir. M. W. Polak.

INLEIDING.

Het steriliseeren van grond wordt in sommige gevallen toegepast, als middel ter bestrijding van een vermindering van den opbrengst. Over de invloeden die het steriliseeren onder bepaalde omstandigheden op de opbrengst van den bodem ten goede blijkt te kunnen uitoefenen, is nog betrekkelijk weinig met zekerheid vastgesteld. Deze invloeden, die op bacteriologisch, natuurkundig, plantkundig, phytopathologisch en scheikundig terrein gezocht kunnen worden, zullen hier niet besproken worden. Ik stel mij uitsluitend ten doel, de technische zijde van het vraagstuk te behandelen, waarbij ik tevens enkele proeven zal vermelden, die in 1917 op de kweekerij „de Roghorst" te Wageningen zijn genomen.

Een nadere bespreking van de technische zijde van het steriliseeren kan ook misschien daarom van nut zijn, omdat in de literatuur over dit onderwerp, hier en daar minder juiste voorstellingen voorkomen, die belemmerend zouden kunnen werken op eén doelmatige toepassing van dit hulpmiddel.

De vraag, die ons in hoofdzaak zal bezighouden, is dus: Hoe kan men grond steriliseeren en hoe berekent men de kosten van deze bewerking?

METHODEN VAN STERILISATIE.

Afgezien van de chemische methoden, die ik hier buiten beschouwing laat, kunnen de volgende manieren worden toegepast.

I. *Verwarming van den grond door middel van een vuur.*

a. Door hout op den grond uit te spreiden en te verbranden.

Deze in Amerike toegepaste methode komt voor ons land niet in aanmerking en heeft bovendien het principieele nadeel, dat men plaatselijk ongewenscht hooge temperaturen krijgt.

b. Door het vuur niet direct met den grond in aanraking te brengen, maar te stoken op een rooster in een vuurhaard en de warmte van het vuur op den grond te doen afstralen. De geheele inrichting kan op wielen geplaatst worden, zoodat men telkens een ander stuk grond kan bewerken, door het toestel te verplaatsen. Behalve dat dergelijke werkwijzen zich in het algemeen meer leenen tot oppervlakkige sterilisatie heeft men ook hier de temperatuur niet voldoende in de hand. Overigens is deze methode (b.v. bij toepassing in kassen, o.a. met het oog op den afvoer der verbrandingsproducten) onpraktisch en kan dus verder buiten beschouwing blijven.

II. *Door middel van stoomverwarming.*

Deze methode heeft direct het groote voordeel, dat men een constante en praktisch bruikbare maximum temperatuur verkrijgt. Natuurlijk moet men over een stoomketel met eenige overdruk beschikken. Stoomsterilisatie wordt op de volgende drie manieren toegepast:

a. Door middel van de zoogenaamde „steam rake”.

Dit is een toestel dat doet denken aan een hark, die inplaats van tanden buisjes heeft, die van onderen open zijn. Door deze buisjes, die in den grond worden gebracht, wordt stoom gevoerd, die dus in den grond wordt geblazen. De hark wordt langzaam verplaatst.

Deze manier heeft weinig toepassing gevonden en wel, naar wordt opgegeven, omdat er te veel stoomverlies plaats heeft. Dit is ook wel begrijpelijk. De stoom die b.v. 15 c.M. onder de oppervlakte, uit de buisjes in den grond treedt, zal natuurlijk de makkelijkste weg kiezen om te ontsnappen en zal dus grootendeels langs de vrijwel vertikaal in den grond staande buisjes een uitweg zoeken. Tusschen buisjes en grond zullen n.l., ook al tengevolge van het verplaatsen, vrij belangrijke openingen aanwezig zijn, waardoor de stoom zonder nut te hebben gesticht aan de oppervlakte komt en in de buitenlucht verdwijnt.

b. Door middel van de „inverted pan”.

Dit principe schijnt in Amerika (o.a. bij de tabakscultuur) veel met succes te worden toegepast. Het heeft het voordeel, dat het vrij eenvoudig is, vooral met het oog op het verplaatsen

der installatie; dit laatste is van belang, daar de stukken die men er mede bewerkt (b.v. 6 M^2) klein zijn en men dus dikwijls moet verplaatsen om een eenigszins groot terrein te kunnen bewerken. De bedoelde methode kan in het kort als volgt nader worden beschreven.

Men neemt een houten (of gegalvaniseerd ijzeren) kist (pan) die ongeveer drie meter lang, twee meter breed en 15 c.M. diep wordt genomen en die aan één zijde open is. Een kist dus, die door middel van een deksel 3 M. lang en 2 M. breed zou kunnen worden afgesloten, maar waarvan dit deksel is weggelaten. Deze kist wordt nu met de open zijde naar onderen op den grond geplaatst. Wij krijgen dan boven den grond een geheel afgesloten ruimte, waarvan de onderwand door den grond wordt gevormd. In deze ruimte wordt door middel van een buis, die door een der zijwanden van de kist heen gaat en in die ruimte uitmondt, stoom toegelaten van uit een ketel van een (verplaatsbare) locomobiel. In de toevoerleiding bevindt zich een afsluiter om de toevoer van den stoom te regelen.

De binnentredende stoom condenseert onmiddellijk tegen den grond en de wanden van de kist. Door deze laatste van hout te maken of door middel van dekkleeden, die over de kist worden gelegd, te isoleeren, worden de uitstralingsverliezen zooveel mogelijk beperkt en zal de condensatie tegen de wanden van de kist grootendeels ophouden, zoodra deze op temperatuur zijn gekomen. De stoom zal nu in hoofdzaak haar warmte verder aan den grond afstaan (warmte die voornamelijk tengevolge van de condensatie vrij komt) en deze zal van boven af, langzamerhand dieper en dieper op temperatuur worden gebracht. Al naar gelang men een dikkere of dunnere laag wenscht te steriliseeren (en dit geldt ook voor de andere methoden) zal de bewerking langer of korter moeten worden volgehouden. De duur van de bewerking hangt verder af van de grootte van de kist in verhouding tot de grootte van de beschikbare ketel en van den tijd, die men de grond aan de sterilisatie temperatuur wenscht bloot te stellen. *)

---

*) E. J. Russel en T R. Petherbridge geven in de Journal of agricultural science Vol V 1912—1913 blz. 91 op, dat bij de hierbedoelde gedeeltelijke sterilisatie van grond door middel van stoom een temperatuur van 96°—98° gedurende twee uur het meest werkzaam is gebleken.

Men vindt daaromtrent echter vrij uiteenloopende opgaven. In: Methods of soil sterilisation for Plantbeds and Greenhouses door A. D. Selby en J. G Humbert (Ohio Agricultural Experiment Station circulair 151) wordt opgegeven, dat een temperatuur van 82° tot 100° gedurende één uur of langer moet worden onderhouden.

In Amerika gebruikt men ook wel eens als criterium eenige aardappelen, die in den grond worden gestopt; als deze gaar zijn wordt de sterilisatie voldoende geacht.

Nadat de stoom lang genoeg is toegelaten sluit men deze af en laat men meestal de pan nog geruimen tijd staan, waardoor de grond minder warmte kan uitstralen en dus langer op temperatuur blijft, dan wanneer de pan direct wordt weggenomen.

Wil men op deze wijze toch geregeld kunnen doorwerken, dan is het noodig dan men over twee of drie van dergelijke pannen beschikt, waarvan er dan altijd één onder stoom kan staan; terwijl dus één pan aangesloten is op den ketel kan een andere pan verplaatst worden naar een nieuw te bewerken stuk, na eerst nog een tijd op zijn oorspronkelijke plaats te hebben gestaan, om de bovenbedoelde afkoeling tegen te gaan. Dit verplaatsen geschiedt door eenige mannen, die de pan met behulp van staven, die in daarvoor bestemde oogen worden gestoken, oplichten en wegdragen.

Men kan ook de pan voorzien van wielen, die met een hefboom omlaag kunnen worden bewogen en op deze wijze de pan lichten en wegrijden.

c. Door stoom te voeren door geperforeerde buizen, die onder den grond zijn aangebracht (ingegraven).

De buis, of het buizensysteem, wordt weer aangesloten op den stoomketel en de stoom treedt op vele plaatsen, door kleine gaatjes, in den grond die de buizen omringt. Het buizensysteem wordt dan (evenals de pan) telkens op een andere plaats gebracht. *) Dit verplaatsen gaat in het algemeen moeilijker dan bij de pan en het is bij keuze van het buizensysteem van veel belang er op te letten, dat het verplaatsen handig kan geschieden. Men heeft verschillende typen van buizensystemen geconstrueerd en proeven genomen welk aantal en welke lengte enz. de beste resultaten gaven, met het oog op het brandstofverbruik. Deze proefnemingen hebben m.i. weinig zin, *daar tal van buizensystemen volkomen gelijkwaardig zullen zijn in dit opzicht.* Indien er slechts aan voldaan is dat het systeem geen bijzondere aanleiding geeft tot afstaan van warmte aan diepere lagen (die men niet wenscht te steriliseeren) of tot andere warmteverliezen is overigens elke systeem, wat dit aangaat, even goed. Of men al of niet dwarsbuizen aanbrengt, of men de stoom op één of twee plaatsen toelaat en al dergelijke dingen zijn niet van principieele beteekenis. Ook de afmetingen van de buizen kunnen tamelijk veel uiteenloopen en moeten

*) In „The Fruit-Grower" wordt door Emplage een methode beschreven waarbij de grond en de geperforeerde buizen in een kist zonder deksel of bodem en met makkelijke losneembare wanden wordt gebracht en dan gesteriliseerd. Deze methode, die een verbetering zou zijn van de ook wel eens toegepaste manier om de grond naar een vaste put te brengen waarin een buizenstel, lijkt mij niet praktisch.

dit feitelijk ook, omdat deze verband houden met het gekozen systeem (de grootte van de ketel) de stoomdruk e.d.

Ook hier zal men, evenals bij de „panmethode", eenige stellen tegelijk ter beschikking moeten hebben, om geregeld met steriliseeren te kunnen doorgaan.

Ten einde de moeilijkheden van het telkens verplaatsen te ontgaan, zou men kunnen overwegen een groot vast buizenstelsel onder den grond te leggen. Misschien zou het bij nieuwbouw van kassen, waar behoefte aan sterilisatie wordt verwacht zin hebben te trachten een vast buizensysteem aan te brengen, dat tevens voor andere doeleinden (toevoer van water, draineeren, geringe verwarming van den grond) gebruikt zou kunnen worden. Bij het steriliseeren van grond op de Roghorst, werd de geperforeerdebuismethode toegepast. Voor de keuze van het systeem, heb ik mij laten leiden door de bovenbedoelde eischen van eenvoud. Ik heb eenvoudig één lange geperforeerde buis gebruikt; de zijdelingsche verplaatsing van deze buis werd op zeer eenvoudige wijze mogelijk gemaakt, door direct achter de buisleiding die van de stoomketel naar de kas voerde, twee rechtopstaande buizen aan te brengen, die scharnierend door kniestukken waren verbonden en op deze wijze een soort „passer" vormden. (zie pl. IX). Het uiteinde van het eene been van de vertikaal staande „passer" was (scharnierend) verbonden aan de buis die van den ketel kwam en bleef (op den grond) op zijn plaats, terwijl aan het uiteinde van het andere been (ook draaibaar) de buis verbonden was, die voor het steriliseeren diende en iets in den grond was ingegraven. Deze laatste buis stond dus loodrecht op het vlak dat door de beenen van de „passer" kan worden gebracht en lag horizontaal in de lengterichting van de kas. Wenschte men nu deze buis in breedte richting te verleggen, dan werden de beenen van de „passer" meer of minder ver van elkaar gebracht. Op deze wijze kon men elke gewenschte plaats in breedte richting bereiken.*)

Wil men in lengterichting van de kas verder gaan met steriliseeren, dan moet in de toevoerleiding van de ketel een nieuw

---

*) De gebruikte buis voor het steriliseeren was 8,5 M. lang had 2,5 c.M. inwendige diameter en was op afstanden van 20 c.M. voorzien van gaatjes die ongeveer 3 m.M. wijd waren. De gaatjes lagen onder. De wijdte van de buizen moet zoodanig zijn, dat de verdeeling van de stoom over de verschillende gaatjes regelmatig is. Het spreekt vanzelf, dat dit niet het geval is, als men de buizen lang en nauw en de gaatjes groot kiest. De gaatjes moeten behoorlijk klein zijn (al te klein zou aanleiding kunnen geven tot verstoppen) terwijl de wijdte van de buizen overigens verband houdt met de grootte van den ketel de lengte van de buizen e.d. De wijdte der buizen is dus in het algemeen moeilijk aan te geven en zal voor elk systeem afzonderlijk moeten worden gekozen.

stuk buis worden ingekoppeld. Iets dergelijks moet men echter bij andere systemen ook doen.

III. *Door middel van verwarmde lucht.*

Deze manier, die voor zoover mij bekend is, niet voor sterilisatie wordt toegepast, heeft het bezwaar dat de lucht eerst verwarmd moet worden (wat met verliezen gepaard gaat) dat men een vermoedelijk niet onbelangrijke ventilatorinrichting en wijd buizenstelsel noodig heeft en dat de overdracht van warmte van lucht op grond veel moeilijker gaat dan van stoom op grond. Door genoemde en andere bezwaren zal deze methode dus wel geen toepassing vinden en zou er alleen aan kunnen worden gedacht, indien de maximum temperatuur laag zou moeten zijn of de grond droog zou moeten blijven.

BEREKENING VAN DE BENOODIGDE HOEVEELHEID WARMTE.

De theorie van het vraagstuk is vrij eenvoudig. Het einddoel is een zekere hoeveelheid grond op bepaalde temperatuur (b.v. 90^0 à 100^0) te brengen en eenigen tijd op temperatuur te houden. Gebruikt men stoom, dan is (afgezien van warmteverliezen door uitstraling geleiding e.d.) de hoeveelheid benoodigde stoom noodig om een bepaald quantum grond, waarvan de eigenschappen bekend zijn, te steriliseeren, eenvoudig te berekenen. Deze theoretische hoeveelheid, die onafhankelijk is van de te volgen methode, moet echter worden gecorrigeerd door het in rekening brengen van de warmteverliezen, die ontstaan doordat warmte wordt afgestaan aan diepere lagen en aan de buitenlucht, zoowel gedurende het op temperatuur brengen als gedurende het op temperatuur houden van den grond. Het te kiezen systeem van werken zal met het oog op de economie, moeten voldoen aan den eisch, dat bedoelde verliezen zoo klein mogelijk zullen zijn. Wij zullen nu eerst de theoretische hoeveelheid berekenen en dan de verliezen in rekening brengen. Dit laatste kan men op twee manieren doen. Men kan de theoretische hoeveelheid met een zeker getal vermenigvuldigen (een getal dat op grond van proefneming moet worden bepaald) of men kan bij de theoretische hoeveelheid een bepaald bedrag optellen. (ook proefondervindelijk te bepalen). Hoewel beide manieren, omdat zij gebruik maken van een proefondervindelijk te bepalen getal, dat onder bepaalde omstandigheden wordt gevonden en voor afwijkende omstandigheden (b.v. de duur van de bewerking) een andere waarde zou moeten hebben, onzuiver zijn, meen ik toch dat

laatste manier meer kans biedt om een bruikbare praktische formule te krijgen, dan de eerste. Vermenigvuldigt men n.l. de theoretische hoeveelheid met een bepaald getal, dan wil dit feitelijk zeggen dat men de warmteverliezen evenredig stelt met de theoretische hoeveelheid. Daar, zooals blijken zal, deze laatste in hoofdzaak afhangt van soortelijke warmte en soortelijk gewicht van den grond en diepte van bewerking en de warmteverliezen met deze grootheden volstrekt niet evenredig zullen zijn, is vermenigvuldigen m.i. ongewenscht. Telt men bij de theoretische hoeveelheid b.v. per M^2 een bepaald getal op, dan neemt men feitelijk aan, dat de verliezen per M^2. constant zijn. Ook dit is natuurlijk niet het geval; maar, daar de warmteverliezen in hoofdzaak afhangen van grootheden die in verschillende gevallen niet zeer ver uiteen zullen loopen en vooral niet als men ongeveer een zelfde werkwijze volgt, zal ik deze methode volgen om tot een eenvoudige praktische benaderingsformule te geraken.

De theoretische hoeveelheid stoom, noodig voor het steriliseeren van 1 M^2 oppervlakte, kan als volgt worden bepaald.

Noem de dikte van de laag die men wenscht te steriliseeren *d*, het aantal graden dat men den grond wenscht te verhitten *t*, het soortelijk gewicht van den grond *s* en de soortelijke warmte *c**) dan is het aantal KG. caloriën dat men per M^2 noodig heeft

$$Q = 10\, d\, s\, c\, t \qquad (1)$$

waarbij de dikte *d* uitgedrukt is in c.M.

Deze dikte van de te bewerken laag moet naar behoefte worden aangenomen en zal b.v. 30 a 40 c.M. kunnen bedragen. De temperatuur *t*, zal ongeveer tusschen 90^0 en 100^0 kunnen worden gesteld, terwijl *s* en *c* moeten worden bepaald. Dit laatste kan zonder veel moeite geschieden.

Voor onze berekening kan *s* voldoende nauwkeurig worden bepaald door eenige malen een bepaald volume grond (in den toestand zooals hij voorkomt) te wegen. Het gewicht van een liter grond in K.G., geeft het hier bedoelde getal *s*.

Voor de bepaling der soortelijke warmte, die, ook in verband met de vochtigheidstoestand, in verschillende gevallen nog al uiteen kan loopen, heb ik bij de proeven op de Roghorst de volgende eenvoudige methode toegepast, waarbij men slechts eenvoudige hulpmiddelen noodig heeft.

In een maatglas werd een bepaalde hoeveelheid water (b.v. 150 c.M^3) van bepaalde temperatuur geschonken. Al roerende

---

*) Soortelijke warmte en S. G. beide genomen van den grond, zooals deze op het moment van steriliseeren is.

met de thermometer laat men dit enkele graden afkoelen (b.v. tot juist 80^0). Op dit moment wordt, altijd langzaam roerende, een zekere hoeveelheid grond (b.v. 50 gram) in het water gebracht. Na één, twee, drie en vier minuten wordt de temperatuur afgelezen en genoteerd.

Daarna herhaalt men de proef, *letterlijk op dezelfde wijze*, alleen met dit verschil, dat men in plaats grond, water toevoegt van dezelfde temperetuur als de grond bij de eerste proef. De hoeveelheid water *regelt men zoodanig* dat na één minuut dezelfde temperatuur wordt bereikt als bij de eerste proef; voor controle leest men dan ook nog de temperatuur na twee, drie en vier minuten af. Als de temperaturen der beide proeven goed met elkaar kloppen, dan kunnen wij zeggen, dat bij de eerste proef de grond precies evenveel warmte heeft opgenomen als het water dat bij de tweede proef is toegevoegd, terwijl ook de temperatuur van beide evenveel is gestegen. Deelt men dus het gewicht van het bijgevoegde water, door het gewicht van de hoeveelheid grond, dan vindt men de soortelijke warmte van den grond. Men heeft hier feitelijk bepaald met hoeveel water een bepaalde hoeveelheid grond bij deze proeven equivalent was.*)

Willen wij nu het aantal KG. stoom S_t kennen, dat theoretisch voor de sterilisatie van 1 M^2 noodig is en bedenken wij dat 1 KG. stoom afgekoeld tot water van ongeveer 100^0, circa 550 caloriën kan leveren, dan kunnen wij in verband met (1) schrijven

$$S_t = \frac{Q}{550} = \frac{10\ d\ s\ c\ t}{550} \qquad (2)$$

Stellen wij *t* die tusschen 90 en 100^0 zal liggen eens 96^0, dan vinden wij ongeveer:

$$S_t = 1{,}75\ d\ s\ c \qquad (3)$$

Het aantal KG. stoom dat *praktisch* noodig is, S_p noemende vinden wij:

$$S_p = 1{,}75\ d\ s\ c + V \qquad (4)$$

waarin V dan het aantal KG. stoom voorstelt dat per M^2 op

*) Boven beschreven methode ter bepaling van de soortelijke warmte zonder gebruik te maken van een calorimeter, gaf nauwkeuriger uitkomsten dan ik verwachtte. Ten einde de nauwkeurigheid dezer methode nader te toesten, heb ik dank zij de welwillende hulp van Prof. Dr. D. v. Gulik, de uitkomsten volgens deze manier kunnen vergelijken met een calorimetrische bepaling. Voor kopervijlsel (een stof die beter dan grond geschikt is voor calorimetrische bepaling) vond ik een s.w. van 0,094, terwijl Prof. v. Gulik (calorimetrisch) 0,095 vond.

Opgemerkt kan nog worden, dat men, in plaats van een bepaald *gewicht* grond, bij bovenstaande methode toe te voegen, ook met een bepaald *volume* zou kunnen werken. Men zou dan direct het product s c kunnen bepalen.

rekening van de verliezen moet worden gesteld. Volgens proeven op de Roghorst genomen kan V, bij flink doorgesteriliseerde grond, op ongeveer 17,5 KG. worden gesteld, een getal dat geenszins aanspraak maakt op groote nauwkeurigheid, o.a. omdat de waarde van *d* waarmede gewerkt is moeilijk precies is vast te stellen. De eindformule voor S_p wordt dus:

$$S_p = 1{,}75 \; d \; s \; c + 17{,}5 \qquad (5)$$

Noemen wij nu het aantal KG. steenkolen dat per M^2 praktisch noodig is K en nemen wij aan, dat de ketel zevenvoudige verdamping heeft (d. w. z. met 1 KG. kolen maakt men 7 KG. stoom) dan vinden wij voor K:

$$K = \frac{d \; s \; c}{4} + 2{,}5 \qquad (6)$$

Bij de proeven op de Roghorst was *d* ongeveer 40 c.M. *s* was 1,2 en *c* was 0,35 zoodat voor K gevonden wordt 6,7 KG.

Het aantal KG. stoom per M^2 noodig bedroeg bij de hier bedoelde proef ongeveer 47 KG.

Het kolenverbruik *zal gunstig kunnen worden beinvloed* door te zorgen dat de grond zoo droog mogelijk is, daar vochtige grond een hoogere soortelijke warmte heeft dan droge; indien de grond in goede kruimelachtige toestand verkeert, zal dit *een gunstige invloed* op de grootte der verliezen hebben, omdat de warmte zich dan gelijkmatig kan verdeelen.

Na bovenstaande uiteenzettingen is het misschien gewenscht enkele der m. i. minder juiste denkbeelden te vermelden die in verschillende artikelen over sterilisatie tot uiting komen.

Belangrijk is, dat door verschillende schrijverswordt opgegeven dat de stoomdruk vooral niet te laag mag zijn. Deze bewering dat de stoomdruk b.v. niet minder mag bedragen dan 5 atmospheeren *is volkomen ongemotiveerd*. Aannemende dat voor de sterilisatie geen hoogere temperaturen dan 90° tot 100° vereischt worden, is de temperatuur van verzadigde stoom van atmospherischespanning (100°) al voldoende; de overdruk die de stoom in den ketel moet hebben is dan alleen noodig om het vereischte quantum door de buizen te drijven en de weerstanden, die bij het snel stroomen door betrekkelijk nauwe leidingen optreden, te overwinnen. Heeft men toevallig een ketel met hooge spanning ter beschikking dan zou men met nauwere (en dus goedkoopere) toevoerleidingen kunnen volstaan, dan wanneer de ketel slechts voor lage druk geschikt was. Moet men echter de ketel speciaal voor het steriliseeren aanschaffen dan zal men natuurlijk een ketel voor lage druk nemen, omdat de ketel zelf dan goedkooper kan zijn. Indien men de buisleidingen behoorlijk kiest is er m.i.

geen enkel bezwaar om met een overdruk van b.v. één atmospheer een goed werkende installatie te verkrijgen.

In Farmers' Bulletin 996, Juli 1918, vindt men b.v. een artikel over „Steam Sterilisation" waar op blz. 11 wordt gezegd: „It is desirable to maintain a pressure in the boiler of 100 pounds and if pressure drops below 70 pounds the steam should be shutt off, as this is the minimum of succesfull sterilisation. Steam of high pressure has much greater penetrating power than steam of low pressure...." enz.

Vermoedelijk heeft de schrijver bij een of andere bepaalde proefneming opgemerkt, dat bij lager stoomdruk dan 70 pond (per vierkante Engelsche duim) het werk niet goed vlotte en de stoom moest worden afgesloten. Het kan echter zeer goed zijn, dat dit noodig was omdat de ketel te klein was in verhouding tot de daarop aangesloten pan. Als een ketel veel stoom moet leveren (d. w. z. meer dan met de grootte van het verwarmend oppervlak overeenkomt) daalt de spanning en kan de stoker, zooals de term luidt, geen stoom meer houden. Een *grootere* ketel, (ook met *minder* druk) zou echter dan met zeer veel succes het werk wel vlug genoeg hebben kunnen doen. Het zou dus totaal onjuist zijn het niet vlotten van het werk in een dergelijk geval te wijten aan het dalen van den stoomdruk; de te geringe grootte van de ketel is in het hier bedoelde geval uitsluitend de fout van de installatie.

Ook de bewering dat stoom van hooge druk meer „penetrating power" zou hebben is curieus; deze uitspraak doet vermoeden dat de schrijver meent, dat ook in de pan een dergelijke hooge stoomdruk zou heerschen. In werkelijkheid kan in de pan praktisch totaal geen overdruk van eenige beteekenis heerschen. Niet alleen is dit te begrijpen, uit het feit dat de stroom onmiddellijk tegen den grond condenseert, maar dit blijkt bovendien als men bedenkt dat een overdruk van ongeveer $\frac{1}{600}$ atmospheer in de pan, al in staat zou zijn een dergelijke pan op te lichten.

Men moet zich dus door soortgelijke redeneeringen over een bepaalde minimum stoomdruk die noodig zou zijn niet op een dwaalspoor laten brengen.

Dezelfde schrijver merkt op blz. 6 nog iets op dat ook niet getuigt van inzicht in hetgeen er gebeurt. Hij zegt: „Where there is frost in surface soil the steam does not penetrate more than a few inches, because of the condensation of the steam in the cold ground." Dit is natuurlijk totaal onjuist, het is juist de condensatie van de stoom, die wij noodig hebben en die het verwarmen van den grond bewerkt. Als de grond wat bevroren is zal het steriliseeren wat langzamer gaan en er zal wat meer

warmte noodig zijn (de theoretische hoeveelheid zou b.v. nog met de warmte noodig om het ijs te smelten moeten worden vermeerderd, maar overigens is er geen enkel verschil. Ook op de Roghorst was de grond eenigszins bevroren.

De grootte van het stoomverbruik werd in de literatuur die ik tot mijn beschikking had nooit behoorlijk opgegeven. Gewoonlijk werd alleen de grootte van de ketel die gebruikt werd (en dan nog op onduidelijke wijze) aangegeven, zonder dat werd opgegeven of die ketel zwaar of licht belast werd.

Wie een inrichting voor sterilisatie wenscht te maken, moet eerst bepalen hoeveel stoom hij ongeveer per M^2 noodig heeft, waarvoor formule (5) dienen kan en daarna in verband met de oppervlakte die men bewerken moet, vaststellen hoeveel M^2 per uur men wenscht te steriliseeren. Men vindt dan een bepaald stoomverbruik per uur en kan, aannemende dat per M^2 verwarmend oppervlak van den ketel b.v. 20 KG. stoom per uur kan worden geleverd, de grootte van den ketel vaststellen. Heeft men omgekeerd een bepaalde ketel ter beschikking, dan kan men uitrekenen hoe lang het werk ongeveer zal duren. De inrichting voor het steriliseeren, buizensysteem of pan, en de grootte van de oppervlakte die men tegelijk bewerken wil, moet zoodanig worden gekozen, dat men regelmatig kan doorwerken en afmetingen hebben geschikt voor de te bewerken kassen.

Behalve het reeds besprokene zijn er nog verschillende andere onduidelijke of minder juiste opgaven (b.v. dat de buizen een bepaalde lengte niet mogen overschrijden, dat de tijd noodig om den grond op temperatuur te brengen afhangt van de ketelspanning, terwijl deze afhangt van de grootte van den ketel in verhouding tot de grootte van pan of buizensysteem.) in de literatuur te vinden, die verwarring kunnen stichten; het zou te ver voeren dit gedetailleerd te bespreken. Vermoedelijk zijn deze ontstaan, doordat niet technisch onderlegde proefnemers, aan verschijnselen die zij toevallig bij hun proeven opmerkten een beteekenis hebben toegekend, die aan deze verschijnselen niet toekomt.

PROEVEN OP DE ROGHORST.

Deze proeven, die op voorstel van den heer Schoevers, door het Instituut voor Phytopathologie werden genomen om te onderzoeken of sterilisatie bruikbare resultaten opleverde om „tomatenmoede grond'' te verbeteren, waren opgezet naar aanleiding van potproeven vroeger door Dr. Goslings genomen en beschreven in de Mededeelingen an de R. H. L.-, T.- en B.-School.

De directeur van „de Roghorst'', de heer Boerema, verleende bij de proeven zijn welwillende medewerking, terwijl mij was verzocht het technische deel der proefneming te leiden.

Over de uitkomst dezer proeven met het oog op de opbrengst van de tomaten, wil ik alleen mededeelen, dat deze volgens den heer Boerema bevredigende resultaten opleverden. De proeven die echter nog moesten worden voortgezet om daaromtrent meer gegevens te verzamelen, werden tengevolge van de kolennood onderbroken. Zij zullen later wel van Phytopathologische zijde nader worden besproken.

Wat het systeem van steriliseeren betreft werd, zooals reeds op blz. 5 is vermeld, de geperforeerde buizenmethode toegepast. Hieraan kan nog het volgende worden toegevoegd. De 8,5 M lange buis werd op den grond gelegd (bij sommige proeven iets ingegraven) en met grond bedekt die terweerszijde werd uitgegraven zooals fig. 1 aangeeft. Wenscht men b.v. een strook van 1.40 Meter breedte te steriliseeren dan wordt de grond aan weerskanten van de buis te beginnen op ongeveer 35 c.M. afstand op de gewenschte diepte en over een breedte van 35 c.M. uitgegraven en op de buis gebracht, zoodat deze ongeveer centraal in de te steriliseeren grond komt te liggen. Het al of niet ingraven van de buis B, hangt samen met het feit of de grond onder de buis moeilijk of makkelijk de warmte opneemt. Is deze grond wat vaster (wat liefst niet moet voorkomen) dan moet de buis iets worden ingegraven.

De bedoeling van de gevolgde werkwijze is, de warmteverliezen zooveel mogelijk te beperken door het oppervlak waardoor de verliezen plaats hebben klein te maken in verhouding tot de massa die tegelijk bewerkt wordt.

Als stoomketel werd gebruik gemaakt van de locomobiel van Duivendaal (zie plaat IX) terwijl de sterilisatiebuis door middel van de vroeger beschreven „passer'' met de stoomtoevoerleiding was verbonden. De ketel bleek niet in staat te zijn de hoeveelheid stoom per uur te leveren, die onder normale omstandigheden van een ketel van deze grootte geeischt kan worden, zoodat de sterilisatie langzamer verliep dan verwacht werd. Door de stoomaanjager bij te zetten werd hierin eenige verbetering gebracht, maar dit had weer het nadeel, dat de bepaling van het stoomverbruik daardoor werd bemoeilijkt.

Ten einde na te gaan hoe de grond rondom de centraal liggende buis werd verwarmd, werd nog een speciale proef genomen, die door fig. 2 wordt verduidelijkt.

In de punten 1, 2, 3 en 4 die in een vertikaal vlak zijn gelegen en in de punten A, B, C en C gelegen in een vertikaal vlak op korten afstand van het eerste, werden thermometers gebracht, die de

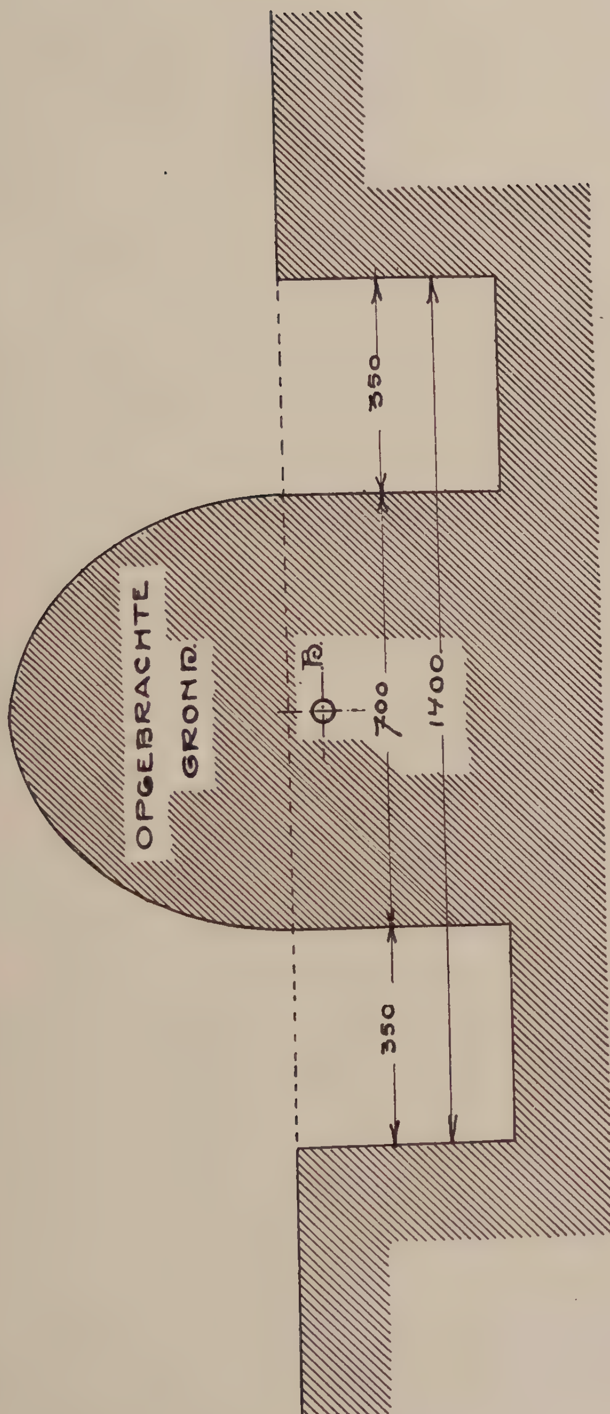


Fig. 1.
De bij de proeven op „de Roghorst" gevolgde werkmethode.

temperatuur van den grond op die plaatsen aangaven. 1, A, 4 en D lagen op een cirkel met de buis als middelpunt 2, B, 3 en C op een cirkel met halve straal. De proef kon wegens tijdgebrek niet zoover worden doorgezet dat ook de punten op de

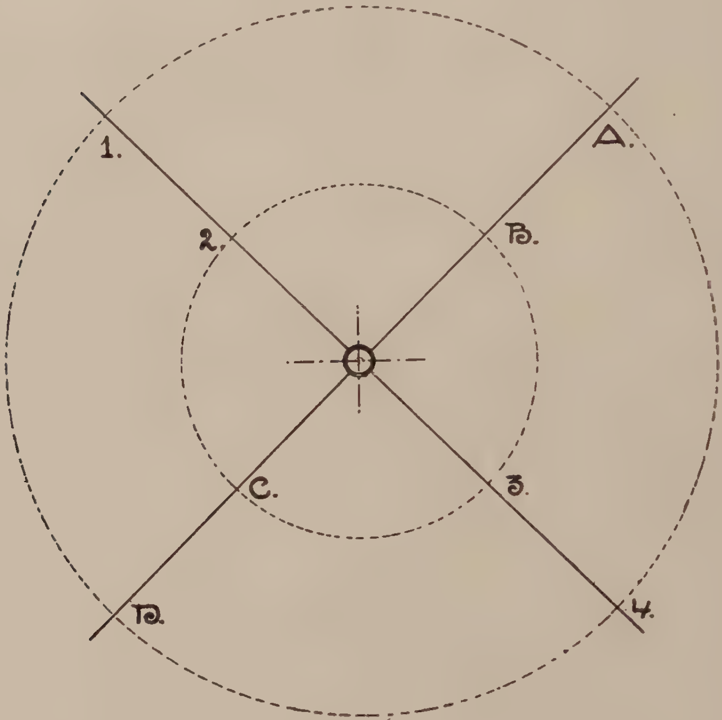


Fig. 2.

groote cirkel voldoende verwarmd werden terwijl doordat de grond zich eenigszins zette, 1 en ook A tegen het eind van de proef niet of nog slechts onvolledig met den grond in aanraking waren. De volgende cijfers, die verkregen werden geven er echter een denkbeeld van hoe de warmte zich in verschillende richtingen voortplantte.

TEMPERATUREN.

Tijd	1	2	3	4	A	B	C	D
1.30	1	½	1	2	1	½	2	1¼
1.50	1	½	1	2	1	½	2	1¼
2.00	1¼	½	65	2	1¼	3¼	13½	1¼
2.15	1	½	65	2	1½	4	34½	1
2.30	1¼	5	77½	2	2	15	57	1
2.45	1	21	85	2	2	24½	84	1
3.00	1	37	87½	2	2	44	90	1
3.15	¾	68	85	2	2	58½	93	1½
3.30	½	97	88	2½	2	95	84	2¼
3.45	½	99½	88	3	1½	98½	92	3
4.00	½	99	81	4½	1¼	99	94	6
4.15	—	99	89	5½	1	100	96	—
4.30	—	99	98	8	1	98	96	15
4.45	—	99	94	12	2	100	94	25
5.00	—	100	94	22	5	100	100	35

Uit de gevonden cijfers blijkt dat in groote trekken wel gezegd mag worden, dat de warmte zich centraal om de buis, zij het niet geheel gelijkmatig, in alle richtingen voortplant. Daar de gaatjes waardoor de stoom ontsnapt eenzijdig (hier aan den onderkant) waren geplaatst, zou het, hoewel niet waarschijnlijk, nog mogelijk zijn geweest, dat hiervan belangrijke invloed te bemerken was. Het blijkt echter, hoewel de hooger gelegen symetrische punten 2 en B wat achter blijven bij de lagere 3 en C dat dit verschijnsel, in verband met het langzaam verloop van de proef, niet van veel beteekenis is. Uit andere proeven bleek, dat de vastheid van den grond wel merkbaren invloed heeft, zoodat men bij de hier gevolgde werkwijze, indien de grond niet zoo los ligt, beter doet de buis iets dieper te leggen; de grond die over de buis heen geworpen wordt en daardoor losser ligt, zal in het algeneen misschien iets te snel op temperatuur komen, wanneer men de buis, wat het eenvoudigste is, direct op den grond legt. Bij de proef, waarbij de tabel behoort, was dit niet gebeurd, maar was de buis hier en daar door een baksteen ondersteund.

Het waarnemen van de temperaturen, in de tabel verzameld, bood nog eenige moeilijkheid. Indien men niet beschikt over zeer lange en daarvoor ingerichte thermometers, moet men de thermometers in daarvoor gemaakte gaten laten zakken tot

op de gewenschte plaats. Bij het uithalen van de thermometers zou de aflezing echter volkomen onzuiver kunnen worden, omdat de thermometer met de koudere of warmere lagen in aanraking kan komen en bovendien in de buitenlucht te snel kan dalen. Dit bezwaar werd op eenvoudige wijze ondervangen, door het kwikreservoir met kurk te omhullen, waardoor de thermometers voldoende traag werden.

Op de Roghorst werd totaal gesteriliseerd 50 M^2 grond. Een gedeelte daarvan was versch ingebrachte grond een ander gedeelte moede grond; bovendien bleef een deel moede grond ongesteriliseerd. Het steriliseeren der versche grond (die echter minder intens was gesteriliseerd) had ten doel na te gaan of daarvan nog invloed ten goede of ten kwade was te bespeuren. Op een stuk moede grond van 8,5 M^2 dat het meest intensief bewerkt werd, en waarbij de te steriliseeren laag nog met riet was bedekt, werd in 2¾ uur een stoomverbruik geconstateerd van 400 KG. Zooals reeds gezegd werd, leverde de ketel te weinig stoom per uur. Indien men in de praktijk behoorlijk wil kunnen doorwerken zal men over een dergelijk stuk veel korter moeten doen. Dit kan ook makkelijk als men bedenkt, dat een ketel van 20 M^2 V. O. in een uur tijd bovenbedoelde hoeveelheid stoom kan leveren.

DE KOSTEN VAN HET STERILISEEREN.

Wat de kosten betreft, deze zijn niet in het algemeen op te geven, daar zij te veel van plaatselijke toestanden afhangen en bovendien op het oogenblik begrootingen moeilijk te maken zijn en slechts tijdelijke waarde hebben. In het reeds genoemde Farmer's Bulletin 996 van Juli 1918, geeft Beinhart enkele prijzen op, waarvoor in Amerika het steriliseeren wordt aangenomen. Soms wordt alleen de ketel met stoker gehuurd, terwijl soms ook pan en brandstoffen zijn inbegrepen. Een dollar op f 2.50 stellende liggen deze prijzen berekend per M^2 te bewerken oppervlakte, tusschen f 0,14 en f 0.28. Gemiddeld wordt daar per dag van 10 uur werken 90 M^2 gesteriliseerd. Hij rekent het brandstof verbruik op 5,5 KG. per M^2. A. D. Selby and J. G. Humbert geven in het reeds vermelde artikel van 15 Jan. 1915 de volgende *(relative)* kostenberekening.

„Estimating that pans and pipes last five years, that labor costs $ 2.00 per day coal $ 3.50 per ton, and that ten houses are sterilized every year, it wil cost to treat one house 30 × 100 feet (3.000 sq. ft. in area) approximately as follows:

By Perforated Pipe Method:

Charge for deprecation of system per house per year	$ 0.40
Fuel 2 tons coal at $ 3.50 per ton	$ 7.00
Labor, 2 men 2 days	$ 8 00
Total (3.000 sq. ft.) —...............	$ 15.00
By Inverted Pan Method:	
Charge for deprecation of pans per house per year .	$ 1.20
Fuel, 2 tons coal at $ 3.50 per ton	$ 7.00
Labor, 2 men 1 day	$ 4.00
Total (3.000 sq. ft.)	$ 12.20
By Formaldehyde Drench Method:	
Material only to drench 1 house (3000 sq ft.)	$ 21.00

Op deze wijze zou men komen tot 13,5 cent per M^2 voor de buizen en 11 cent voor de pan-methode per M^2. Behalve dat de prijzen hier laag zijn aangenomen, is bovendien niets in rekening gebracht voor afschrijving en rente voor de ketel, zoodat het verschil met de vorige opgave mede hierdoor kan worden verklaard. De vergelijking die in het voordeel van de pan uitvalt, lijkt, mij echter bovendien niet zuiver, immers het is moeilijk aan te nemen dat het verschil in arbeid bij beide methoden zoo groot is als hier wordt opgegeven. Zeer zeker eischt de panmethode vermoedelijk minder arbeid voor het verplaatsen, maar de meeste pannen moeten worden verplaatst door vier man. Gesteld dat men één man voor stoken en toezicht voortdurend in bedrijf heeft, dan moet men *bij tusschenpoozen* van b.v. 40 minuten drie man beschikbaar hebben om te helpen, een systeem van werken dat ook zijn bezwaren heeft.

Verder doet de opgave vermoeden, dat met de buizen twee dagen is gewerkt en met de pan één dag. Indien de ketel bij beide manieren regelmatig en goed belast was.(en dit moet worden nagestreefd) blijkt hieruit, dat hier in beide gevallen b.v, niet met dezelfde ketel zou zijn gewerkt, waardoor de vergelijking onzuiver wordt. Verder betwijfel ik of het brandstof-verbruik bij beide methoden wel even groot mag worden gesteld. Hoewel proeven dit zouden moeten uitmaken, komt het mij voor, dat bij de pan de warmteverliezen grooter zullen zijn dan bij de buizen. Niet alleen moet de pan zelf verwarmd worden maar bij de pan-methode is er een grooter afkoelend oppervlak, dat bovendien spoedig temperatuurverschil met de omgeving heeft. Opgemerkt kan nog worden dat het kolenverbruik per M^2 volgens bovenstaande opgaven, ongeveer 7.20 KG. per M^2 zou zijn geweest.

Wil men een raming van de kosten van sterilisatie maken ten einde b.v. te kunnen nagaan of dit voor- of nadeeliger is dan het inbrengen van nieuwe grond, een berekening, die volstrekt niet

altijd dezelfde uitkomst zal behoeven te geven, dan kan men als volgt te werk gaan.

Het systeem van werken kan in verband met de op blz. 101 gegeven opmerkingen voorloopig worden aangenomen. Het brandstofverbruik per M^2 te bewerken oppervlakte kan volgens formule (6) worden bepaald en in verband met de brandstofprijzen (formule (6) geldt echter voor steenkolen) is dus de brandstoffen rekening bekend. Dan moet men rente en afschrijving voor ketel leidingen en buizen, of pan, ook per M^2 in rekening brengen en dan nog de bedieningskosten per M^2. Vooral de post voor afschrijving van ketel enz. zal vrij sterk kunnen varieeren, ook natuurlijk in verband met het feit of de ketel ook nog voor andere doeleinden te gebruiken is. De grootte van den ketel moet met overleg wordenvastgesteld in verband met den tijd die men totaal aan het steriliseeren mag besteden. Stelt men dien tijd noodeloos kort, zoodat men een zeer groote ketel noodig heeft, dan worden de onkosten per M^2 ook noodeloos hoog. Bij de berekening van de kosten van het inbrengen van nieuwe grond moet men natuurlijk eveneens afschrijving en rente voor materiaal (kipkarren, rails, e.d.) in rekening brengen behalve de kosten voor paarden en werkloon. Ook het feit, dat men terrein beschikbaar moet houden mag niet buiten beschouwing blijven. De kosten van dit werk zullen natuurlijk sterk beinvloed worden door de afstand waarover men de grond vervoeren moet. Overigens zullen de kosten per M^2 in een bepaald geval niet sterk afhankelijk zijn van het aantal M^2 dat men bewerkt; bij stoomsterilisatie zal dit eerder het geval zijn omdat b.v. de ketelprijzen volstrekt niet evenredig stijgen met de grootte van den ketel.

Van zeer groote beteekenis is natuurlijk de vraag: Wat is *beter*, steriliseeren of nieuwe grond inbrengen? En ook de vraag: Is het niet mogelijk op een of andere wijze het ziek worden van den grond te *voorkomen?* Op deze vragen zal hier niet nader worden ingegaan, maar wel kan nog worden opgemerkt, dat daar waar men meent tot sterilisatie te moeten overgaan, het van groot belang is zich te verzekeren van bevoegde technische voorlichting, daar het al of niet doelmatig inrichten van de installatie en het aanpassen aan de plaatselijke omstandigheden, belangrijke invloed kan uitoefenen op kosten dezer bewerking.



Het steriliseeren van grond op „de Roghorst",
Van af de buiten de kas staande locomobiel, gaat de stoom door de buizen A en B naar de lange sterilisatiebuis, die onder den grond ligt.

HET METEN DER BOOMEN IN VERBAND MET HUN AANWAS

DOOR

Dr. A. H. BERKHOUT

De empirie speelt bij den boschbouw nog steeds een uiterst belangrijke rol en zal dat wel steeds blijven doen.

De houtvester moet in de eerste plaats feu sacré voor zijn vak bezitten. maar tevens moet hij een scherp, critisch waarnemer zijn, wil hij in staat wezen de hem toevertrouwde bosschen goed te beheeren.

Dat scherp critisch waarnemen vereischt evenwel, wil het tot juiste gevolgtrekkingen leiden, die ook onder andere omstandigheden kunnen worden benut, een ruime dosis kennis bij den waarnemer.

De methode voor het vaststellen van het jaarlijks te kappen quantum hout bezorgde Beckmann in de 18de eeuw onder zijn vakgenooten een groote roep en talrijke volgelingen.

Niet misplaatst is het, hier even te releveeren het natuurwetenschappelijk standpunt van dezen zoo bekwamen autodidact.

Waar hij de aanwezigheid van bastkevers in het hout wil verklaren; leeraart hij: „So bald ein Baum abstirbt, so bald wird sein Saft zu einer Säure und in solcher Säure wächst nachgehends der Wurm." [1])

Beckmann's volgelingen namen dergelijke dwaasheid voor waarheid aan.

Aan G. L. Hartig en H. Cotta komt de verdienste toe, dat zij een machtigen drang hebben uitgeoefend voor een beteren vooropleiding der houtvesters, maar vooral in de laatste decennien is men er op bedacht het boschbedrijf tot een hooger peil op te voeren.

---

1) Anweisung zu einer pfleglichen Forstwirtschaft II, Cap. 31.

Aan de jeugdige Landbouwhoogeschool te Wageningen wordt den a.s. boschbeheerder gelegenheid geboden een grondige opleiding te genieten en de hoogleeraar kan, nu hij voor een meer beperkte taak staat en geen manusje van alles meer behoeft te wezen, zijn onderwijs aan eigen onderzoek paren.

Het moet nu ook ophouden, dat de student uit het buitenland terugkeert in extase over de een of andere methode, die hij daar geleerd heeft, zonder dat hij in het wezen dier methode zoo diep doordrong, dat hij hare ware beteekenis kan beoordeelen.

De taak van zijn leermeester hier is het minder hem ruime feitenkennis bij te brengen, want die wordt beter in de practijk opgedaan; den student moet geleerd worden zelfstandig waar te nemen en zelfstandig te oordeelen.

Het publiceeren dezer studie beoogt mede het bewijs te leveren, dat de theorie en de practijk van den boschbouw van de oprichting der Landbouwhoogeschool kunnen profiteeren, dat beide richtingen harmonisch moeten samenwerken om de uitoefening van het vak op een hooger peil te brengen.

Het bepalen van den houtvoorraad en zijn aanwas is een voorname, maar zeer moeilijke zaak. Spit men den grond van een houtplantsoen om, dan is het duidelijk dat, zoo dit rationeel gedaan wordt, de aanwas der boomen wordt bevorderd, maar de vraag is het, of die meerdere toegroei in juiste verhouding staat tot de bestede kosten.

Nu geschiedt het bepalen van den aanwas veelal nog op een uiterst primitieve, absoluut onbetrouwbare wijze.

Door de houtvoorraad tweemaal op te nemen met een tijdsverloop b.v. van 10 jaar en aanteekening te houden van het in die periode uitgekapte quantum, is men theoretisch in staat den aanwas te berekenen.

In de practijk zijn evenwel de houtopnamen zeer weinig betrouwbaar, zoodat aan de grootte van het verschil (de zoogenaamde aanwas) nagenoeg alle waarde moet worden ontzegd. Helaas wordt dat in den regel door de practici en vele theoretici niet ingezien.

Laten wij beginnen met het beschouwen van de opnamen van een deel der bosschen, ressorteerende onder de Forstakademie te Eberswalde.

De eentonigheid der dennenbosschen is bij dit aardige landstadje aangenaam onderbroken door de menging met beuk.

Men is geneigd aan te nemen, dat die menging een zeer gunstigen invloed op den groei uitoefent en van den katheder zal ongetwijfeld op de voordeelen van de menging worden gewezen.

Is de betrokken docent een warm vereerder van menging van houtsoorten, dan zullen bij het onderwijs de nadeelen uit den aard der zaak op den achtergrond worden geschoven, terwijl ze in het omgekeerde geval, allicht naar voren worden gebracht. Het ligt voor de hand, dat aan een speciale boschbouwacademie men er op bedacht moet wezen den student zooveel mogelijk cijfers onder de oogen te brengen, want daardoor krijgt hij tastbaar materiaal voor het beoordeelen van het pro en contra.

In Danckelmann's Zeitschrift für Forst und Jagdwesen 1908 komt een artikel voor van den hoogleeraar Dr. Borgmann, vroeger assistent bij den Directeur der Forstakademie te Eberswalde. Het handelt over de nauwkeurigheid van het bepalen van den houtvoorraad en zijn aanwas ten behoeve van de bedrijfsregeling. De schrijver releveert, dat deze onderzoekingen *ten dienste van het onderwijs en de wetenschap op grootere schaal plaats vonden dan in den regel voor de bedrijfsregeling gebruikelijk of bepaald noodig is.*

Hij kon zijn cijfers controleeren aan de vellingsresultaten van nagenoeg 40.000 kub. Meter dikhout. Het geldt hier dus inderdaad een onderzoek op zeer ruimen schaal.

De houtmassa werd opgenomen op drieerlei wijze.

1. Zij werd geschat volgens proefvlakken van op zijn minst 1 H.A. grootte. Deze waren nog niet gedeeltelijk uitgekapt en bestonden uit éene houtsoort van nagenoeg gelijken leeftijd.

2. Massaschatting op grond van vellingsresultaten in boschafdeelingen, begroeid met gelijksoortig hout, waarin coulissen vellingen plaats vonden.

3. Massabepalingen door het klemmen van alle aanwezige boomen. De derde methode werd toegepast in alle gevallen, waarin volgens de eerste en tweede methode geen voldoend nauwkeurige resultaten waren te verwachten. De diameters werden in 4 c.M. klassen gemeten en daarbij werd de klem bij elken stam afwisselend aangelegd, teneinde het verschil der diameters in verschillende windrichtingen te neutraliseeren. De hoogten werden met de Weisesche hoogtemeter opgenomen en graphisch vereffend. Bij kapbare 120 jarige dennen bewogen zich deze hoogten van een zelfden opstand tusschen betrekkelijk enge grenzen, b.v. bij een middelhoogte van 27 tot 28 Meter, op de tweede boniteit tusschen 25 en 30 Meter.

Voor het bepalen van de dikhoutmassa werd aan de oude bekende, Beiersche Massentafels de voorkeur geschonken boven de veel nieuwere Hilfstafeln zur Inhaltsbestimmung von Bäumen und Beständen der Hauptholzarten. Berlin 1898 Parey.

De aanwasbepalingen werden zoowel voor den groven den,

als voor den daar tusschen en daaronder groeienden beuk beperkt tot een reeks van typische opstanden van verschillenden leeftijd en van diverse geaardheid.

In aansluiting daaraan werd het aanwaspercentage voor elk speciaal geval geschat en wel voor den groven den tusschen 1 en 0.5 %, al naar gelang van den leeftijd tusschen 100 en 140 jaar en voor den bijgemengden beuk tusschen $2\frac{1}{2}$ en $1\frac{1}{2}$ % in verband met de groeiplaats-qualiteit, en den meerderen of minderen graad van sluiting van den hoofdopstand.

Voor den groven den kwamen de gevonden procenten goed overeen met de vroegere in de practijk gevondene en met die der opbrengsttafels.

In 1898 vonden de opnamen plaats en 10 jaar later konden deze aan de vellingen worden getoetst.

	KUB. METERS (fm.)				
	EIK	BEUK	WEEK-HOUT	GROVE DEN	TOTAAL
Er werd verkregen:	168	2641	289	36569	39667
Er moest volgens de opname verkregen worden:.	204	3135	278	39465	43082
dus: meer . . .			11		
dus: minder . . .	36	494		2896	3415
In procenten . . .	—17,6	—15,8	+4,0	—7,3	—7,9

Aangenomen was, dat de boschafdeelingen in het midden der 20-jarige eerste periode zouden omgekapt worden.

Zeer juist merkt de schrijver op, dat de berekening correcter is, wanneer men geen 10 maar 5 jaar aanwas als gemiddelde toename aanneemt. De cijfers zijn dan als volgt:

	KUB. METERS (fm.)				
	EIK	BEUK	WEEK-HOUT	GROVE DEN	TOTAAL
Dikhout voorraad 1898 . . .	200	2633	256	36691	39780
Dikhout voorraad + 10 jaar aanwas 1908.	204	3135	278	39465	43082
Hieruit de 10-jarige aanwas	4	502	22	2774	3302
Dus de 5-jarige aanwas. . .	2	251	11	1387	1651

Voor het vaststellen van den nauwkeurigheidsgrens van de massa en aanwasschatting, kan eveneens slechts de voorraad

van het jaar 1898 + den 5-jarigen aanwas voor het midden van de periode 1898—1908 genomen worden.

	KUB. METERS (fm.)				
	EIK	BEUK	WEEK-HOUT	GROVE DEN	TOTAAL
Dikhout voorraad 1898 + 5 jaar aanwas.	202	2884	267	38078	41431
Vellingsresultaten van 1898 tot 1908	168	2641	289	36569	39667
dus: meer . . .			22		
dus: minder . . .	34	243		1559	1764
In procenten . . .	—16,8	—8,4	+8,2	—4,0	—4,3

De schrijver is blijkbaar tevreden over de resultaten van zijne onderzoekingen en eindigt zijn verhandeling met de volgende woorden:

„*Die mitgeteilten Ergebnisse, welche sowohl ihrer charakteristisch gleichartigen Tendenz als auch des immerhin reichhaltigen Grundlagenmaterials wegen der Veröffentlichung wert schienen, bestätigen im wesentlichen die bisherigen allgemeinen Erfahrungen und anderweiten, früheren genaueren Untersuchungen. Sie beweisen ferner die Möglichkeit einer genauen Massen und Zuwachsschätzung auch bei taxatorischen Arbeiten.*

Das bei Betriebseinrichtungen im allgemeinen eine so eingehende Erhebung der Massen, wie es hier zu Lehr und wissenschaftlichen Zwecken geschehen ist, nicht notwendig ist, brauche ich wohl nicht besonders hervorzuheben.

Immerhin dürfte es für die Wirtschaftsführung von nicht zu unterschätzendem Werte sein, wenn die Ertragsangaben des grundlegenden Betriebswerts gleichartig zuverlässige sind."

Wij kunnen die conclusie niet deelen en beweren, dat de onderzoekingen het bewijs leveren dat de verkegen cijfers absoluut onbruikbaar zijn om een oordeel van afdoende waarde over den aanwas uit te spreken.

Een negatief resultaat heeft ook zijn beteekenis maar in ieder geval moet verlangd worden, dat de proefnemer inziet,dat de proef mislukt is.

De hierachter volgende lijst van de afzonderlijke cijfers stelt ons in staat onze meening te staven.

No 17 geeft liefst een surplus van +33,3 %. No 20 een te min van 19,4 %.

Aan de gemiddelde uitkomst heeft men betrekkelijk weinig. Wanneer A met een hoogtemeter van Weise de lengte van een

boom bepaalt en daarbij, bij het uitzetten van de standlijn, het zich plaatsen boven het einde daarvan, en het omdraaien van de kijker, op een uiterst ruwe wijze te werk gaat, is hij toch in staat een betrouwbaarder gemiddelde te krijgen dan B, die het werk op de meest mogelijke accurate wijze verrichtte, maar het zal dan noodig zijn, dat A ettelijke malen meer dan B de hoogte bepaalt.

Het is wel jammer, dat er bij de houtmeetkunde zelden of nooit gebruik wordt gemaakt van de waarschijnlijkheidsrekening, want juist bij den boschbouw is zij uitstekend toe te passen.

Het is immers ondoenlijk alle boomen van een bosch nauwkeurig te meten en men is uit den aard der zaak steeds gedwongen uit een beperkt aantal opmetingen van enkele stammen conclusiën te trekken, die moeten gelden voor den geheelen opstand.

De waarschijnlijkheidsrekening is in staat de houtmeetkunde van het handwerk tot een wetenschap op te heffen, daarom is het toe te juichen, dat aan de hoogere wiskunde en hare toepassing aan onze jonge Hoogeschool een behoorlijke plaats bij het onderwijs is ingeruimd.

Zooals hierboven reeds vermeld, heeft men aan doorsnede cijfers op zichzelf beschouwd niet veel. Men moet nagaan welke graad van nauwkeurigheid aan die gemiddelden is toe te kennen.

In het zooeven geciteerd geval is het mogelijk dat A een middelbaar quadratische fout begaat van 2 Meter en B slechts van 0,20 M. met andere woorden, dat bij een *enkele* meting van A men in het onzekere verkeert of men niet bij de uitkomst twee meter moet optellen, of twee meter moet aftrekken, terwijl bij B 67 tegen 33 gewed kan worden, dat de werkelijke hoogte slechts 20 c.M. meer of minder bedraagt dan de gevondene.

Meet A. de boom 100 keer op zijn ruwe wijze dan zal het gemiddelde dier uitkomsten ten slotte even betrouwbaar zijn als het resultaat van één enkele meting van B.

De laatste kolommen van de staat van Prof. Borgmann maken het mogelijk de middelbare fouten te berekenen.

Die berekening moge hier volgen.

ZUSAMMENSTELLUNG DER MEHR- UND MINDERERTRÄGE AUS ENDHIEBEN IN DER 10 JÄHRIGEN WIRTSCHAFTSPERIODE 1 OKTOBER 1898—1908 GEGEN DIE MASSEN- UND ZUWACHSSCHÄTZUNG 1898.

KGL. OBERF. EBERSWALDE, HOCHWALDFLÄCHE 3379 HA HOLZBODEN, ABN. FLÄCHE DER I PER. (20 JAHRE) 590.1 HA DURCHSCHNITTLICHE UMBTRIEBSZEIT 118 JAHRE.

Lfd. Nr.	Ortsbezeichnung: Block	Jagen	Abteilung	Holzboden	Bestand: Herrschende Holzart	Mischung	Alter des herschenden Holzart im Jahre 1898	Standortklasse	Art der Massenermittlung	Derbholzvorrat im Jahre 1898: Eiche	Buche	Weichh.	Nadelholz	im ganzen	auf 1 ha
				ha						FESTMETER					
1	III	1	b_5	3.1	Kie	—	110	IV	gekluppt				664	664	214
2	"	2	$a_1 \cdot a_3$	4.2	"	—	115	III	"				1273	1273	303
3	"	5	a_2 a_4	19.0	"	—	110	"	nach 2 gekluppten Probeflächen				6270	6270	330
4	"	19	.	21.1	"	Ei Bu Wei	110	II/III	gekluppt	7	8	21	4933	4969	235
5	II	24	b_1	6.4	"	" " "	140	II	"	2	154	76	1766	1998	312
6	"	25	cd_1	4.6	"	Bu Wei	140	"	"		53	9	1179	1241	270
7	III	38	a	2.5	"	Bu	140	"	"		4		529	533	213
8	"	38	c_1 c_3	3.9	"	Ei Bu Wei	140	II/III	"	16	7	20	1028	1071	275
9	IV	41	f_4	1.8	"	—	115	III	"				428	428	238
10	"	42	d_1	3.7	"	—	115	III/IV	"				1054	1054	285
11	II	45	a	3.0	"	Bu Wei	120	I/II	"		39	5	1181	1225	408
12	"	45	b	2.8	"	" "	120	"	"		96	6	1131	1233	440
13	"	46	bcd_2	2.8	"	" "	130	"	"		141	28	965	1134	405
14	"	47	a_1	3.5	"	Ei Bu Wei	130	II	"	13	72	2	750	837	239
15	III	59	de_3	3.5	"	Bu	140	"	"		123		558	681	195
16	"	60	a_2	1.3	"	Ei Bu Wei	140	"	"	7	11	17	138	173	133
17	"	60	bde_1	1.8	"	Bu Wei	140	"	"		5	23	69	97	154
18	"	60	bde_1	4.3	"	Ei Bu	140	"	"	4	139		708	851	198
19	IV	66	b_4 b_5	6.7	"	—	115	III	nach Hiebsergebnissen geschätzt				2077	2077	310
20	"	70	b_3	3.3	"	—	110	IV	gekluppt				709	709	215
21	II	76	g	4.8	Bu	Ei Wei Kie	80—100	"	"	65	511	2	307	885	184
22	"	76	h	1.1	Kie	Ei Bu	110	III	"	15	47		201	263	239
23	"	80	bc_2 bc_5	8.0	"	Wei	110	III/IV	"			2	2055	2057	257
24	III	87	a_2 a_4 a_6	4.3	"	Bu	140	II	"		238		909	1147	267
25	IV	91	a_4	0.9	"	Bu Wei	120	III	"		2	1	279	282	313
26	"	94	e	8.3	"	Ei Bu	140	II	nach Hiebsergebnissen geschätzt	15	208		2183	2406	290
27	I	99	b_1	6.0	"	Ei Bu Wei	105	"	gekluppt	5	286	7	1508	1806	301
28	"	101	d_2	5.3	"	Ei Bu Wei	130	"	"	3	274	17	1015	1309	247
29	"	107	e	1.5	"	Bu Wei	120	II/III	"		22	12	316	350	233
30	"	109	d_2	1.5	Bu	Ei Kie	80—100	IV	"	48	142		68	258	172
31	"	136	a_3	0.5	Kie	Bu Wei	100	II	"		51	8	180	239	478
32	X	7	c	0.8	"	—	140	III	"				260	260	325
			Summa	146.3						200	2633	256	36691	39780	272

Lfd. Nr.	Derbh.vorrat einschl. 5 jähr Zuwachs für die Mitte des Jahrzehnts 1898—1908: Eiche	Buche	Weichh.	Nadelholz	im ganzen	auf 1 ha	Hiebsergebnisse an Derbholz im Jahrzehnt 1898—1908: Eiche	Buche	Weichh.	Nadelholz	im ganzen	auf 1 ha	Mithin ist gegen die Schätzung erfolgt: Mehr: im ganzen	auf 1 ha	%	Weniger: im ganzen	auf 1 ha	%	Bemerkungen s. unten
	FESTMETER						FESTMETER						FESTMETER						
1				680	680	219				687	687	222	7	2	1.0				
2				1322	1322	315				1214	1214	289				108	26	8.2	
3				6588	6588	347	12		2	6412	6426	338				162	9	2.5	
4	7	8	21	5183	5219	247	4	1	19	4929	4953	235				266	12	5.1	
5	2	165	82	1837	2086	326	5	170	68	1801	2044	319				42	7	2.0	
6		58	9	1215	1282	279		96	60	1230	1386	301	104	22	8.1				
7		4		540	544	218		12		560	572	229	28	11	5.1				
8	16	7	21	1054	1098	282	11	1	17	974	1003	257				95	25	8.7	
9				438	438	243				400	400	222				38	21	8.7	
10				1080	1080	292				930	930	251				150	41	13.9	
11		43	5	1216	1264	421		39	5	1167	1211	404				53	17	4.2	
12		105	6	1165	1276	456		69	4	1193	1266	452				10	4	0.8	
13		155	30	994	1179	421		124	22	952	1098	392				81	29	6.9	
14	13	79	2	772	866	247	6	48		822	876	250	10	3	1.2				
15		135		572	707	202		111		571	682	195				25	7	3.5	
16	7	12	18	141	178	137	8	13	21	147	189	145	11	8	6.2				
17		5	23	71	99	55		14	26	92	132	73	33	18	33.3				[illegible])
18	4	153		725	882	205	4	136	3	733	876	204				6	1	0.7	
19				2160	2160	322				2102	2102	314				58	8	2.7	
20				737	737	223				594	594	180				143	33	19.4	²)
21	67	565	2	322	956	198	62	448	1	261	772	161				184	37	19.2	³)
22	15	51		209	275	250	9	38		201	248	225				27	25	9.8	
23			2	2127	2129	266			2	2067	2069	259				60	7	2.8	
24		262		931	1193	277		230		924	1154	268				39	9	3.5	
25		2	1	289	292	324		1	2	297	300	333	8	9	2.7				
26	15	229		2248	2492	300	5	377	2	1956	2340	282				152	18	6.1	
27	5	315	7	1568	1895	316	2	278	4	1536	1820	303				75	13	4.0	
28	3	302	18	1040	1363	257		243	13	969	1225	231				138	26	10.1	
29		24	12	327	363	242	2	18	11	315	346	231				17	11	4.7	
30	48	149		72	269	179	38	131		57	226	151				43	28	16.0	⁴)
31		56	8	187	251	502		43	7	165	215	430				36	72	14.3	
32				268	268	335				311	311	389	43	54	16.0				⁵)
Summa	202	2884	267	38078	41431	283	168	2641	289	35569	39667	271	244			2008			
	200	2633	256	36691	39780		202	2884	267	38078	41431					244			
Der 5 jähr. Zuwachs beträgt	2	251	11	1387	1651	mithin mehr			22							1764	12	4,3	
Mithin für 1 Jahr		50	2	277	330	mithin weniger	34	243		1509	1764								
Mithin Prozent		1.9		0.75	0.83		—16,8 %	—8,4 %	+8,2 %	—4,0 %	—4,3 %								

¹) 1898 anscheinend nicht vollständig gekluppt. ²) Geringe Bonität slecht formiger Bestand. ³) Kurzschaftiger, ungleichaltriger und unregelmässiger Bestand. ⁴) Kurzschaftiger, unregelmässiger Bestand. ⁵) Sehr Starkes, breitkroniges Altholz. S. 584. Z. f. F. & J. 1908.

BEREKENING VAN DE MIDD. QUADR. FOUT.

	2	3	4	5	6	7	8	9
7	1.0		7,0		5,1		26,01	182,07
2		8,2		98,4		4,1	16,81	201,72
4		2,5		160,0	1,6		2.56	163,84
0		5,1		255,0		1,0	1,00	50,00
0		2,0		40,0	2,1		4,41	88,20
4	8,1		113.4		12,2		148,84	2083,76
5	5,1		25,5		9,2		84,64	423,20
0		8,7		87,0		4,6	21,16	211,60
4		8,7		34,8		4,6	21,16	84,64
9		13,9		125,1		9,8	96,04	864,36
2		4,2		50,4		0,1	0,01	0,12
3		0,8		10,4	3,3		10,89	141,57
1		6,9		75,9		2,8	7,84	86,24
9	1,2		10,8		5,3		28,09	252,81
7		3,5		24,5	0,6		0,36	2,52
2	6,2		12,4		10,3		106,09	212,18
1	33,3		33,3		37,4		1398,76	1398,76
9		0,7		6,3	3,4		11,56	104,04
1		2,7		56,7	1,4		1,96	41,16
7		19,4		135,8		15,3	234,09	1638,63
9		19,2		172,8		15,1	228,01	2052,09
2		9,8		19,6		5,7	32,49	64,98
1		2,8		58,8	1,3		1,69	35,49
1		3,3		36,3	0,8		0,64	7,04
2	2,7		5,4		6,8		46,24	92,48
4		6,1		146,4		2,0	4,00	96,00
8		4,0		72,0	0,1		0,01	0,18
3		10,1		131,3		6,0	36,00	468,00
4		4,7		18,8		0,6	0,36	1,44
3		16,0		48,0		11,9	141,61	424,83
2		14,3		28,6		10,2	104,04	208,08
3	16,0		48,0		20,1		404,01	1212,03
9			255,8	1892,9				12894,06

Opschrift in de kolommen:
1 afgerond gewicht gebaseerd op de totale houtmassa.
2 Surplus verkregen hout in %.
3 manco idem.
4 product van kolom 1 en 2.
5 idem van 1 en 3.
6 verschil van kolom 2 met het gemiddelde, zijnde —4.1 %.
7 idem van 3 met het gemiddelde.
8 kolommen 6 en 7 gequadrateerd.
9 product van kolom 1 en 8.
Gemiddeld verschil =

$$= \frac{\Sigma(p\Delta+) + \Sigma(p\Delta-)}{[g]} =$$

$$= \frac{255.8 - 1892.9}{399} = -4.1\ \%$$

$$E_\circ = \sqrt{\frac{12894.06}{31}} = 20.4.$$

$$E_{\bar{x}} = \frac{20.4}{\sqrt{399}} = 1.02.$$

Uit de middelbare fout op de afzonderlijke waarnemingen kan het volgende worden geconcludeerd.

Vindt men de eerste maal op een vlakte 100 Kub.M. en herhaalt men de meting, dan is de mogelijkheid even groot, dat men voor de tweede maal vindt 120 of 80 M^3. In het eerste geval zou dus de aanwas in het enkele uur, dat er verliep tusschen eerste en tweede opname, zijn + 20 M^3. in het tweede geval —20. [1])

Natuurlijk zijn beide conclusiën totaal waardeloos.

---

[1]) $E^2_{100\,M^3.} : E^2_{40000\,M^3.} = \frac{1}{100} : \frac{1}{40000}.$

$E_{100\,M.} = E_x \sqrt{400} = 1.02 \times 20 = \pm\ 20.$

Het valt gemakkelijk met hulp van de waarschijnlijkheidsrekening te constateeren hoeveel procent aanwas er zijn moet om zekerheid te bezitten, dat er werkelijk aanwas is.

Volgens de voortplantingsformule is de middelbaar quadr. fout op het verschil.

$$= \sqrt{E_0^2 + E_0^2} = \sqrt{20{,}4^2 + 20{,}4^2} = 28{,}9\ \%.$$

Nu bedraagt bij kapbare dennen in het onderhavig geval de aanwas nog geen 1 % per jaar dus in 5 jaar nog geen 5 %.

Blijkens de formule kan eerst met een zekerheid van 66 tegen 33 verklaard worden, dat er aanwas in een afdeeling plaats vond, zoo het verschil in houtvoorraad aan het einde en aan het begin van de periode bedraagt 28,9 %.

Gewoonlijk neemt men aan dat het verschil 3 × m.f. in casu dus 86,7 % groot moet zijn om te concludeeren, dat de eene grootheid absoluut grooter is dan de andere. De zekerheid is dan 9973 tegen 27. Zou men in casu zekerheid willen hebben van den aanwas der gezamenlijke afdeelingen dan zou deze moeten bedragen 3 × 1,02 = 3,06

Het is dus totaal ondoenlijk op grond van de verkregen cijfers een eenigszins betrouwbaar oordeel over den plaatsgevonden aanwas te vellen.

Welken invloed de graad van menging der houtsoorten op dien aanwas uitoefent, blijft helaas geheel in het duister liggen. Of de aangenomen aanwas cijfers juist zijn blijft volkomen onopgelost.

Ook zonder W.R. is het gemakkelijk aan te toonen, dat de graad van nauwkeurigheid der metingen het onmogelijk maakt den aanwas vast te stellen.

Er was in 1898 aanwezig een totale houtvoorraad van 39780 M³.
het vellingsresultaat van 1898 tot 1908 bedroeg . . . 39667 M³.
ergo was de aanwas in die periode minus . . . . 113 M³.

In de afzonderlijke afdeeling was de uitkomst nog absurder.

De vraag is het, of het klemmen van alle boomen tegenover het schatten betere uitkomsten geeft en of dus in dat opzicht geprofiteerd kan worden van het onderzoek.

Het aantal waarnemingen is te gering en de afdeelingen verkeeren in te sterk varieerende omstandigheden om daarop een afdoend antwoord te geven.

In Saksen stelt men zich bij den boschbedrijfsregelingsdienst reeds jaren lang tevreden met het schatten van de, bij velling

te verkrijgen houtmassa en daarbij bleken de gemiddelde resultaten bruikbaar.

Aan de enkele opname is weinig waarde te hechten en daarbij komen groote fouten voor.

Oppervlakkig zou men concludeeren, dat aan het *schatten* der opstanden vrijwel eenzelfden graad van nauwkeurigheid is toe te kennen als aan het *afzonderlijk klemmen van alle boomen en het meten der hoogten van een deel hunner.*

Het is jammer, dat de kosten der boomsgewijze opnamen niet zijn gepubliceerd, want men zou dan kunnen constateeren hoeveel geld had kunnen bespaard worden.

Het is niet gebruikelijk in Pruisen het hout afdeelingsgewijs te verkoopen, maar geschiedde zulks wel, dan zou men gebruik moeten maken van een betrouwbaarder methode van houtvoorraadsbepaling, want de gebruikelijke gaf nu eens een surplus van 33½ procent dan weer een manco van 19.4 procent aan.

Het is voor ons doel van veel belang na te gaan, waaraan de slechte uitkomsten zijn toe te schrijven. Zekerheid dienaangaande kan van Wageningen uit bezwaarlijk gegeven worden.

In een noot op de hier op blz. 114 afgedrukte staat vermeldt Prof. Borgmann, dat de afdeeling 17 „anscheinend nicht vollständig gekluppt" is. Bestaat er gegronde reden tot dit vermoeden, dan had de afdeeling uitgeschakeld moeten worden.

Op het totaal oefent deze afdeeling wegens haren geringen omvang en het vrij groot aantal der afdeelingen betrekkelijk weinig invloed uit.

De hoofdreden van de ongunstige resultaten moet o.i. daarin gezocht worden, dat de opnamen vergeleken werden met de vellingsuitkomsten. Zijn dat de ware bedragen? Neen.

Flury [1]) vond bij den groven den en beuk, dat bij velling dikwijls 12—15 % minder hout verkregen wordt dan in werkelijkheid aanwezig is.

Als oorzaak van dit verschil geeft hij op te royaal meten in de practijk, verbruik van een deel van het hout voor het koken van het eten der houthakkers enz.

Onwillekeurig is men in de practijk geneigd, gebruik te maken van het gevonden gemiddelde verschil en dan aan te nemen, dat de uitkomsten in alle opzichten goed zijn.

In casu zou men 4,1 % overal optellen. Het totaal der meetuitkomsten zou dan overeenstemmen met de vellings-

---

[1]) Mitteilunger der Schweiz. Centralanstalt für das forst. Versuchswesen II p. 134.

resultaten, maar de middelbare fout zou nog iets zijn toegenomen.

De gebruikte Beiersche Massatafels zijn op zichzelf niet betrouwbaar en Flury vond bij het gebruik daarvan voor opstanden, onmiddellijk geveld na het klemmen en bij toepassing van de sectiemethode, verschillen van + 10,0 % en 4.5 %.

In Müller's Lehrbuch der Holsmesskunde 2de druk bladzijde 279 komt het volgende staatje voor.

HOUTSOORT	BEIEREN		WÜRTTEMBERG		PRUISEN	
	DER ONDERZOCHTE STAMMEN					
	aantal	gemiddelde fout %	aantal	gemiddelde fout %	aantal	gemiddelde fout %
Spar.........	18780	+ 0,4	203	— 1,5	6827	+ 0,4
Zilverspar....	4500	— 0,5	496	— 1,2	51	— 4,2
Grove den ...	3085	— 0,8	250	+ 3,3	52581	+ 2,3
Eik	2616	+ 0,01	—	—	2665	+ 2,04
Beuk	4230	+ 1,5	236	+ 4,9	7021	+ 0,89
Berk	2801	+ 0,7	—	—	1122	+ 0,06

Te betreuren is het, dat in deze opgave niet vermeld zijn de middelbare fouten. Men heeft er daarom niet veel aan.

Iets meer waarde bezitten de onderstaande staatjes ontleend aan Baur „die Holsmesskunde" 3de druk bladzijde 350.

A.

REGEERINGS-DISTRIKT	AANTAL ONDER-ZOCHTE BOOMEN	DE TAFELS GAVEN		GROOTSTE VERSCHILLEN	
		MEER	MINDER		
		%	%	+ %	— %
Königsberg ...	1668	—	3,2	3 bij berken	6,2 bij grov
Danzig.......	1701	—	0,5	15,7 „ beuken	14,9 „ beuk
Marienwerder .	2531	—	0,6	26 „ grove den	14,0 „ „
Bromberg	80	0,06	—	4 „ eiken	1 „ grov
Stettin.......	5695	0,2	—	6 „ „	16 „ „
Göslin	96	2,8	—	8,4 „ beuken	5 „ „
Breslau	14	—	6,3	— „	10 „ „
Liegnitz......	212	—	2,3	28,1 „ grove den	10,2 „ spar
Potsdam	4130	2,7	—	3,9 „ „ „	1,1 „ berk
Frankfurt a/O.	39631	3,0	—	3,4 „ „ „	24 „ grov
Magdeburg ...	1889	3,1	—	27 „ berken	3,8 „ „
Merseburg....	1287	—	1,3	3 „ eiken	18 „ larix
Erfurt	11712	0,9	—	10 „ beuken	24,7 „ spar
Totaal...	70546	1,8	—		

B.

SOORTEN	AANTAL ONDERZOCHTE BOOMEN	DE TAFELS GAVEN MEER		GROOTSTE VERSCHILLEN	
		MEER	MINDER		
		%	%	+ %	— %
l	2665	2,04	—	9 in Liegnitz	
en	7021	0,89	—	15,7 „ Danzig	14,9 in Danzig
beuken ..	36	0,2	—	0,2 „ Königsberg	— —
on	1022	0,06	—	27,0 „ Magdeburg	4,5 „ Königsberg
lieren ...	290	0,9	—	3,4 „ Danzig	2,4 „ Danzig
....	34	—	3	— —	0,4 „ Königsberg
s den ...	52581	2,3	—	28,1 „ Liegnitz	24 „ Frankfurt
....	6827	0,4	—	11 „ Magdeburg	24,7 „ Erfurt
r den ...	51	—	4,2	— —	5 „ Liegnitz
....	19	—	19	— —	18 „ Merseburg
Totaal...	70546	1,8		28,1 %	24,7 %

Zooveel kan men echter wel uit deze opgave concludeeren, dat de fouten niet worden weggenomen door een zeker procent op te tellen of af te trekken, want sommige onderzoekers vonden een te min andere een te veel.

Verder blijkt het duidelijk, dat de Beiersche tafels voor de praktijk zeer goed bruikbaar zijn zoo men de inhouden gebruik als gemiddelde voor een groot aantal boomen.

Bij wetenschappelijke onderzoekingen moet men de middelbare fout per stam evenwel kennen om daaruit te kunnen afleiden de middelbare fout van de som van een bepaald aantal boomen, en dus te concludeeren hoeveel boomen voor een bepaald doel op zijn minst gecubeerd moeten worden.

Aan de methode *Biolley* moet thans in het raam van onze verhandeling aandacht worden geschonken.

De details hopen wij later in een afzonderlijk artikel te bespreken.

Biolley wordt door velen als een apostel van een nieuwe boschbedrijfsregelingschool beschouwd, zoodat ook wij ons verplicht geacht hebben een tocht te maken naar zijne in de buurt van Neuchâtel gelegen houtvesterij, teneinde beter een oordeel te kunnen vellen over zijne methode dan uit zijne geschriften mogelijk was.

Wij kregen bij ons bezoek den indruk, dat men te doen heeft met een houtvester, die een en al leeft voor zijn werk en die het talent bezit zijne zienswijze in een overtuigende manier voor te dragen.

Te verwonderen is het dan ook niet dat hij de meeste onzer jeugdige O.I. boschambtenaren, die bij hem gedetacheerd werden, heeft weten te biologeeren.

Er waren er echter gelukkig ook, die maar niet klakkeloos accoord gingen met zijne theoriën.

De c.h., T. Kramer gaf zich de moeite de rentabiliteit van de Couvet'sche-bosschen te berekenen en kwam tot de slotsom, dat deze 2,74 % bedroeg.

Dit resultaat is niet schitterend en wordt overtroffen door dat van menig Saksische houtvesterij, bestaande uit zuivere sparrenbosschen, die met de kaalkapmethode worden geëxploiteerd.

Zeer eigenaardig is het, dat de heer Biolley nooit de rentabiliteit van zijn bedrijf heeft nagegaan, maar nog typischer is het, dat hij van een hooge rente blijkbaar niet veel wil weten.

Ware zijn bosch een sierbosch, bezocht door duizenden toeristen, dan zou men als doel kunnen stellen, dat het zooveel mogelijk genot heeft te verschaffen aan den wandelaar, maar de stroom der toeristen blijft ver van Couvet.

Het in goeden toestand brengen en houden van het bosch moet zuiver als middel worden beschouwd om *duurzaam* de hoogst mogelijke revenuën uit het bosch te trekken.

In zijn 1e jardinage cultural (Journal forestier suisse 1901, No 6 en 8.) schrijft Biolley:

„Mais chasser au taux d'interêt élevé, c'est tourner le dos à la sylviculture et aller à l'arboriculture!"

Die bosch aanlegt weet in de meeste gevallen, dat hij slechts een kleine rente van zijn geld maakt, maar hij handelt toch verstandig zoo hij tracht *duurzaam* de hoogst mogelijke rente van zijn geld te trekken.

De particuliere eigenaren van bosschen zijn meestal zoo rijk, dat het genot van hun boschbezit bij hen zwaarder kan wegen dan de rente, die zij van hun geld maken.

De gemeente en de staat moeten echter wel degelijk op beide zijden van het vraagstuk letten en kunnen de eene zijde bezwaarlijk geheel verzaken.

De methode Biolley komt in de hoofdzaak hier op neer: Streven naar gemengde bosschen, die geplenterd worden, dus waar de kaalkap-methode wordt vermeden.

De hoeveelheid jaarlijks te kappen hout wordt afgeleid uit den voorraad aan het begin en aan het einde van 6-jarige perioden, terwijl nauwkeurig boek gehouden wordt van wat er tusschentijds uit de afdeelingen wordt weggekapt.

Ten behoeve van de inventarisatie worden alle boomen dikker dan 15 c.M. op borsthoogte geklemd en met hulp van een barême gecubeerd.

In dat boekje kan men direct opslaan hoeveel b.v. de inhoud is van 87 boomen dik b.v. 30 c.M.

Of dat nu beuken zijn, die nagenoeg hun geheele leven onder den druk van naburige boomen hebben gestaan, of wel sparren die bijna van de prilste jeugd vrij opgegroeid zijn, doet niets ter zake. De tafel geeft voor beide in het onderhavig geval aan 59.70. Deze 59.70 zijn echter geen Kub.Meter maar zoogenaamde Sylve, dus een denkbeeldige maat, die nog omgerekend moet worden.

Door elk jaar de werkelijke inhoud der gevelde boomen te vergelijken met de Sylve dacht Biolley in staat te zijn de waarde van de Sylve van den blijvenden inventaris te kunnen omrekenen en dus te kunnen beoordeelen of de voorraad in werkelijkheid stijgt of daalt.

Stel in een boschafdeeling staat bij de eerste inventaris 2000 Sylve en bij de tweede inventaris 2010, terwijl in de 6-jarige periode gekapt is 400 Sylve. Deze 400 Sylve bleken in werkelijkheid een inhoud te hebben van 440 Kub. Meter. Oppervlakkig zou men dus kunnen zeggen dat de voorraad is gestegen met 10 Sylve dat is 11 Kub. Meter.

De mogelijkheid echter is, dat er in plaats van toename, afname van den voorraad plaats vond.

Maak ik de rekening op in Kub. Meter dan is het mogelijk, dat bij de 1ste inventaris aanwezig is 2000 Sylve varieerende tusschen:

0.80 en 1.20 gemiddeld 1 M^3. dus	2000 M^3.
bijgroei	400 M^3.
	2400 M^3.
neem ik nu weg 400 Sylve à 1.1 M^3.	440 M^3.
dan blijft er over..................	1960 M^3.

In dat geval heb ik in plaats van een deel van den aanwas te sparen te veel weggekapt.

Kent men de wisselende waarde van de Sylve niet dan hangen alle gevolgtrekkingen daarop gebaseerd in de lucht.

In zijn publicatie's zwijgt de heer Biolley geheel over deze quaestie, die toch vooral voor hem zeer wezenlijk is, want hij stelt zich voor de verbetering van den boschtoestand mede te constateeren uit de verandering van den reductiefactor, d.i. de verhouding tusschen Sylve en Kub. Meter.

Wordt die hooger, dan acht hij het gewenscht om voort te gaan op den ingeslagen weg, omdat deze leidt tot verbetering van den boomvorm.

Was deze b.v. primitief kegelvormig en werd hij parabolisch, dan zou daardoor de reductie factor nagenoeg met 50 % stijgen.

Nu zal aanstonds worden aangetoond, dat de onzekerheid van die reductie factor zoo groot is, dat de in de practijk verkregen schommelingen absoluut niet mogen worden toegeschreven aan verbetering of verslechtering van den boomvorm.

Bij de samenstelling van zijn barême verleenden de ingenieurs Jobez en De Blonay hunne medewerking.

Er werd eene graphische voorstelling gemaakt, waarbij horizontaal de omtrek, verticaal de inhoud der boomen werd opgedragen.

Een der drie auteuren ging nu uit van de veronderstelling, dat de vergelijking van de vereffende kromme was:

$y = ax + bx^2 + cx^3$, waarin y den inhoud en x den omtrek voorstelt.

Met behulp van de methode der kleinste quadraten werd gevonden voor a = —0.784 voor b + 1.726 en voor c = —0.157.

Helaas blijkt, wanneer men nu de waarde volgens deze formule uitrekent, dat bij een omtrek van 0.4 Meter de inhoud negatief is.

Bij een nader onderzoek van het benedenste gedeelte der kromme kwam de schrijver tot de slotsom, dat dezelfde vergelijking ook voor dunnere bosschen geldt, maar dat daarbij met andere coëfficienten gerekend moest worden. Een wiskundig onderzoek van de vergelijking der heeren Jobez & de Blonay leidt tot de slotsom, dat die vergelijking zeer verdacht is.

In de inleiding wordt evenwel geheel gezwegen over het aantal waarnemingen; verzuimd is met de waarschijnlijkheidsrekening de middelbare fout op de constanten te berekenen of die te publiceeren.

Dit is als een enorm nadeel te beschouwen, want wat heeft men aan een tabel, zoo men niet weet in hoeverre die tabel betrouwbaar is?

Aangezien de voor de berekening gebruikte waarnemingen niet gepubliceerd zijn, is het niet mogelijk de middelbare fout der constante te berekenen.

Men kan zich evenwel een beeld vormen van de betrouwbaarheid, zoo men de resultaten nagaat, die Biolley bij de toepassing verkreeg.

Uit een rapport van den heer Kramer ontleenen wij hieronder eene reeks cijfers betrekking hebbende op het bosch Boveresse, door den heer Bähler, assistent voor houtmeetkunde, werd daaruit de afwijking berekend.

1e PERIODE.

Divisie	Aantal boomen per afdeeling	Totaal Sylve per afdeeling	Totaal M³. per afdeeling	$\frac{Meter}{Sylve}$ = reductie factor	Gewicht = g	v	v v	g v v
1	625	445,47	395,32	0,887	63	0,031	0,000961	0,060543
2	903	817,41	629,37	0,770	90	0,148	0,021904	1,971360
3	16	12,60	7,90	0,627	2	0,291	0,084681	0,169362
4	1127	862,11	812,15	0,942	113	0,024	0,000576	0,065088
5	550	441,32	393,73	0,892	55	0,026	0,000676	0,037180
6	723	669,80	664,17	0,992	72	0,074	0,005476	0,394272
7	503	472,70	536,13	1,134	50	0,216	0,046656	2,332800
8	689	461,16	387,97	0,841	69	0,077	0,005929	0,409101
9	788	589,60	553,94	0,940	79	0,022	0,000484	0,038236
	5924	4772,17	4380,68		593			5.477942

$$\text{Gem. red. factor} = \frac{4380.68}{4772.17} = 0.918.$$

$$E_o^2 = \frac{5.477942}{8} = 0.684743 \quad E_o = \sqrt{0.684743} = 0.827.$$

$$E_{\bar{x}} = \frac{0.827}{\sqrt{593}} = 0.034.$$

2e PERIODE.

Divisie	Aanta boomen per afdeeling	Totaal Sylve per afdeeling	Totaal M³. per afdeeling	$\frac{Meter}{Sylve}$ = reductie factor	Gewicht = g	v	v v	g v v
1	464	367,58	315,46	0,858	46	0,008	0,000064	0,002944
2	531	429,48	357,27	0,832	53	0,018	0,000324	0,017172
3	801	712,73	516,24	0,724	80	0,126	0,015876	1,270080
4	1227	771,05	658,67	0,854	123	0,004	0,000016	0,001968
5	873	468,36	435,96	0,931	87	o,081	0,006561	0,570807
6	652	586,44	551,72	0,941	65	0,091	0,008281	0,538265
7	917	890,80	747,35	0,839	92	0,011	0,000121	0,011132
8	742	442,12	367,57	0.831	74	0,019	0,000361	0,026714
9	819	603,44	528,53	0,876	82	0,026	0,000676	0,055432
	7026	5272,00	4478,77		702			2,494514

$$\text{Gem. red. factor} = \frac{4478.77}{5272} = 0.850$$

$$E_o^2 = \frac{2.494514}{8} = 0.311814 \qquad E_o = 0.558.$$

$$E_{\bar{x}} = \frac{0.558}{\sqrt{702}} = 0.021.$$

3E PERIODE.

Divisie	Aantal boomen per afdeeling	Totaal Sylve per afdeeling	Totaal M³. per afdeeling	Meter / Sylve = reductie factor	Gewicht = g	v	v v	g v v
1	646	463,51	399,08	0,861	65	0,044	0,001936	0,125840
2	417	288,68	228,90	0,793	42	0,024	0,000576	0,024192
3	462	437,00	349,99	0,801	46	0,016	0,000256	0,011776
4	829	713,26	626,09	0,878	83	0,061	0,003721	0,308843
5	922	684,67	610,78	0,892	92	0,075	0,005625	0,517500
6	742	681,48	639,04	0,938	74	0,121	0,014641	1,083434
7	753	656,12	586,12	0,893	75	0,076	0,005776	0,433204
8	1195	894,96	481,83	0,538	120	0,279	0,077841	9,340920
9	571	440,32	357,47	0,853	57	0,036	0,001296	0,073872
	6537	5260,00	4297,30		654			11,919577

$$\text{Gem. red. factor} = \frac{4297.30}{5260} = 0.817.$$

$$E_o^2 = \frac{11.919577}{8} = 1.489947 \qquad E_o = 1.221.$$

$$E_{\bar{x}} = \frac{1.22}{\sqrt{654}} = 0.048.$$

4E PERIODE.

Divisie	Aantal boomen per afdeeling	Totaal sylve per afdeeling	Totaal M³. per afdeeling	Meter / Sylve = reductie factor	Gewicht = v	v	v v	g v v
1	686	720,45	618,61	0,859	69	0	0	0
2	962	944,83	808.66	0,856	96	0,003	0,000009	0,000864
3	510	557,75	429,57	0,770	51	0,089	0,007921	0,403971
4	949	783,26	726,41	0,927	95	0,068	0,004624	0,439280
5	466	436,82	372,07	0,852	47	0,007	0,000049	0,002303
6	645	786,39	742,68	0,944	65	0,085	0,007225	0,469625
7	13	25,23	24,53	0,972	1	0,113	0,012769	0,012769
8	885	722,28	556.56	0,771	89	0,088	0,007744	0,689216
9	576	519,06	443,29	0,854	58	0,005	0,000025	0,001450
	5692	5496,07	4722,38		571			2,019478

$$\text{Gem. red. factor} = \frac{4722.38}{5496.07} = 0.859.$$

$$E_o^2 = \frac{2.019478}{8} = 0.252435 \qquad E_o = 0.502.$$

$$E_{\bar{x}} = \frac{0.502}{\sqrt{571}} = 0.021.$$

Met een blik ziet men uit deze cijfers, dat in de twintig jaar het den heer Biolley niet gelukt is de stamvormen te corrigeeren, of althans door cijfers duidelijk te maken, dat hem zulks gelukt is. In de voorrede van de barême wordt op pag. 5 er op gewezen, dat uit het op of neer gaan van de reductiefactor blijkt, of het bosch beter of slechter wordt.

Zooals reeds tevoren opgemerkt, zou de reductiefactor, wanneer de boomen aan het begin van de eerste periode een kegelvormige spil en aan het einde van de vierde periode (elke periode telt 6 jaar) de gedaante van een apollonische paraboloïde (granaat) bezaten met ± 50 % zijn toegenomèn.

Verder valt het op, dat de reductiefactor van den beginne af blijkbaar lager is geweest dan 1.

Het ligt voor de hand, dat men dit feit wil verklaren door aan te nemen, dat men er steeds op bedacht is geweest de slecht gevormde boomen het eerst te kappen.

Neemt men aan, dat in de eerste twee perioden de gemiddelde reductiefactor 80 was, dan moet hij in de twee volgende perioden 120 zijn om gemiddeld 100 te kunnen opleveren.

De stammen, die bij de eerste inventarisatie kapbaar waren kunnen bij de velling een 10 jaar lang gedeeltelijk worden vervangen door feitelijk nog niet kapbare exemplaren.

24 Jaar (4 perioden) lang, is dat echter niet vol te houden en moeten zij dus allen grootendeels zijn omgekapt.

Was er geen vormverandering en was de tafel juist, dan zou de gemiddelde reductiefactor ongeveer 1 moeten wezen.

Wij voor ons zijn ervan overtuigd, dat de verbetering van den stamvorm, zoo ze niet wordt verkregen door opsnoeiïng, maar zoogenaamd door selectie, van te geringe beteekenis is om te kunnen worden gemeten door de verhouding tusschen Sylve en kubiekmeter.

Eerder moet men aannemen, dat de tafel (barême) van den beginne af niet juist is geweest.

Waar in een plenterbosch de boomvormen sterk uiteenloopen, zal men een zeer groot aantal onderzoekingen moeten verrichten om bruikbare gemiddelden te verkrijgen, vooral wanneer die gemiddelden moeten gebruikt worden voor naald- en loofhout tegelijk.

Prof. Dr. Kunze, die voor den spar in het kaalkapbosch (daarin groeien de boomen veel gelijkvormiger op dan in het plenterbosch) een tafel maakte, benutte daarbij de nauwkeurige opmetingen van 10.438 exemplaren.

Het zal den heer Biolley als beheerder eener houtvesterij wel aan tijd hebben ontbroken voor een dergelijk groot aantal opnamen.

Eerder is het aan te nemen, dat zijn 17 verschillende oude tafels met hulp der waarschijnlijkheidsrekening door zijn beide medewerkers tot een algemeene tafel werden omgewerkt.

In hooge mate te betreuren is het, dat zij in het voorbericht van hun barême totaal over deze kwestie zwijgen en de gegevens niet publiceeren.

Uit de middelbare fouten hier tevoren afgeleid, laat zich echter wel een vermoeden uitspreken over de deviatie der enkele stammen.

Maakt men gebruik van de evenredigheid, dat de middelbare fouten omgekeerd evenredig zijn met de wortels uit het aantal waarnemingen dan krijgt men:

$$E_x^2 : E_0^2 = \frac{1}{n} : 1 \qquad E_0 = E_x \sqrt{n}$$

Voor de vier perioden vindt men dan 2.61, 1.76, 3.86 en 1.59, waarlijk zeer uiteenloopende cijfers. Grofweg mag men aannemen, dat wanneer een boom volgens de tafel van Biolley een inhoud heeft van één Sylve de werkelijke inhoud wel kan zijn 3 M^3; m. a. w. omtrent den werkelijken inhoud verkeert men geheel in het duister.

Vergelijkt men de reductiefactor van de eerste periode met die van de vierde dan zou men oppervlakkig zeggen dat de stamvorm slechter is geworden, maar men zou daarbij uitgaan van de veronderstelling, dat de gevonden reductiefactoren volkomen juist waren.

Volgens de waarschijnlijkheidsrekening moet echter het verschil 3 $\times$ grooter zijn dan de middelbare fout op dat verschil om met zekerheid te kunnen zeggen, dat de reductiefactor veranderd is dus:

$$3 \times \sqrt{0{,}034^2 + 0{,}021^2} = 3 \times 0{,}040 = 0{,}120$$

terwijl het verschil slechts is 0.059.

Uit deze uitkomst moet geconcludeerd worden, dat het geenszins aangetoond is, dat de stamvorm werd gewijzigd.

Ook hier releveeren wij, dat de samenstellers van het barême met hulp van de waarschijnlijkheidsrekening bij de samenstelling direct hadden kunnen constateeren, dat de reductiefactor te ongevoelig was om daarmede kleine verschillen te kunnen aangeven.

De middelbare fout op de onbekende had moeten worden berekend en gepubliceerd, dan ware den gebruiker van het barême een maatstaf voor de bruikbaarheid aangeboden geweest.

De hoeksteen van de methode der controle bestaat in het meten en vergelijken van den aanwas.

Biolley verkeert in de meening, dat hij in staat is zulks met voldoenden graad van nauwkeurigheid te doen en daardoor aan zijn methode een betrouwbaar compas te hebben verschaft.

Niets is evenwel minder waar.

Om zulks te bewijzen zullen wij om niet te uitvoerig te zijn den gang van zaken eenigszins vereenvoudigd voorstellen.

Veronderstel, ik heb een normaal sparrenbosch (II Boniteit heuvelland Flury) groot 80 H.A., dat met een omloop van 80 jaar wordt geëxploiteerd.

Stel ik mij tot doel per jaar en per H.A. het grootst mogelijke quantum hout te produceeren, zoo bespeur ik in de tafel, dat een omloop van 60 jaar beter zou zijn, dan die van 80 jaar, want in het eerste geval kan ik per jaar en per H.A. kappen.

$$\frac{A_{60} + \Sigma\, D_{20\text{-}60}}{60} = 16{,}8 \text{ in het}$$

$$\text{2de geval } \frac{A_{80} + \Sigma\, D_{20\text{-}80}}{80} = 16{,}3 \text{ Kub. Meter.}$$

Om nu den idealen toestand te bereiken zou ik in het vervolg niet meer 80 H.A. : 80 = 1 H.A. maar 80 : 60 = 1⅓ H.A. per jaar moeten kappen.

Na 10 jaar zou dan de ouderdomstabel zijn:

1—10	jaar	10	H.A.	+ 3⅓
10—20	„	10	„	
20—30	„	10	„	
30—40	„	10	„	
40—50	„	10	„	
50—60	„	10	„	
60—70	„	10	„	
70—80	„			6⅔
		70	H.A.	+ 10

Ten naaste bij zou dan de aanwas bedragen 70 H.A. ×16.7 + 3⅓ ×6.3 + 6⅔ ×13.5=1280 M³. of per H.A.16 M³.

De aanwas is dus verminderd met 0.3 M³, hoewel men in de goede richting werkt om den aanwas te vermeerderen.

Bezat men de ouderdomsklasse tabel en de aanwastafel niet, zooals steeds in een plenterbosch het geval is, dan zou men allicht concludeeren: verlaging van den omloop veroorzaakte afname van aanwas dus moet ik den omloop weer verhoogen. De slotsom zou dus averechts verkeerd zijn.

In de werkelijkheid is de zaak nog veel gecompliceerder dan

hier te voren is aangenomen, want de werkelijke toestand wijkt bijna steeds sterk van de normale af.

Afgescheiden van het voorafgaande moet men er steeds op bedacht zijn, dat de verschillen te gering zijn om met de Sylve te kunnen worden gemeten. Neemt men een oogenblik aan, dat het gelukte in 20 jaar een normaal bosch met 80-jarigen omloop te converteeren in een 60-jarig en dat de toename in doorsnede aanwas geleidelijk plaats vond, dan zou in een periode van $6\frac{2}{3}$ jaar de toename in aanwas zijn $\frac{16{,}8-16{,}3}{3} = 0{,}17$ M³. d.i. ongeveer 1 %.

De betrouwbaarheid van de maat, waarmede die 1 % moet worden gemeten, bedraagt, zooals hieronder zal worden aangetoond, 40 %.

Bosch Boveresse. Voorraad aan het begin van de 2de periode 28622 Sylve à 0.918 ± 0,034 M³ = 26275 ± 973 M³; idem aan het begin van de 3de periode 28875 Sylve à 0.850 ± 0.021 M³ = 24544 ± 606 M³.

Vermindering voorraad — 1731 ± $\sqrt{973^2 + 606^2}$ = 1731 ± 1146 M³. Gekapt 4479 M³, dus aanwas in de 2de periode 2748 ± 1146 M³. 1146 = ± 40 % van 2748.

Veilig mag beweerd worden, dat dergelijke berekeningen monnikenwerk zijn en dat het gewenscht is ze naar waarde te beoordeelen.

Wil de houtmeetkunde op een hooger en betrouwbaarder peil worden opgevoerd, dan zal de waarschijnlijkheidsrekening daarbij moeten worden toegepast.

Critiek in deze is niet voldoende, de betere weg moet eveneens gewezen worden.

Het is ondoenlijk alle boomen van een proefvlak met de sectiemethode nauwkeurig te cubeeren en moet men zich beperken tot een bepaald gedeelte.

Voor de hand ligt het, dat de inhoud der modelboomen zoo zuiver mogelijk moet worden vastgesteld.

Zoekt men die boomen in het proefvlak en kapt men ze daarna, dan schept men meestal een abnormalen toestand, die voor het onderzoek zeer storend kan zijn. Neemt men de proefboomen buiten het proefvlak dan dreigt het gevaar, dat zij niet voldoende als representanten kunnen gelden.

Het cubeeren met hulp der massatafels uit dikte op borsthoogte en lengte is een methode, die zooals reeds tevoren werd aangetoond, groote afwijkingen mogelijk maakt en dus voor nauwkeurig werk onbruikbaar moet worden verklaard.

Gewenscht is het daarom na te gaan welke overige methoden ons ten dienste staan.

Prof. Dr. Max Kunze gaf in 1891 een zeer interessant boekje uit getiteld: „Neue Methode zur raschen Berechnung der unechten Schaftformzahlen der Fichte und Kiefer.”

In de inleiding van dit geschrift heet het:

„Die nachträgliche Prüfung der Probestämme auf den für die Aufstellung von Ertragstafeln benutzten Versuchsflächen zeigte, dass trotz aller Vorsicht bei der Auswahl dieser Stämme letztere zuweilen ganz ungemein grosse Unterschiede in ihren Inhalten, also auch in ihren Formzahlen aufwiesen. Durch diesen Uebelstand wurde der Wunsch nach einem Hilfsmittel rege, welches die rasche Ermittelung des Schaftholzgehaltes oder der unechten Schaftformzahl mit hinreichender Genauigkeit ermöglicht. Ein solches darf natürlich nur ein Minimum an Messungen sowohl, wie an Rechnungen erfordern, wenn es für eine grössere Anzahl van Probestämmen sofort bei der Bestandsaufnahme im Walde anwendbar sein soll. Der Gedanke, die Probestämme wenigstens aus Unter- und Obermitte oder nach der bekannten Simony'schen Formel zu kubieren, musste wegen des immerhin nicht unbeträchtlichen Zeitaufwandes, welchen selbst schon diese einfachen Ausdrücke erfordern, fallen gelassen werden. Dagegen versprach, wie eine kleine Untersuchung dies sofort zeigen wird, die Anwendung des Verhältnisses zwischen Mittendurchmesser und Brusthöhendurchmesser einen günstigen Erfolg.”

De publicatie in quaestie bezit een belangrijke waarde, daar voor de samenstelling de methode der kleinste quadraten werd gebezigd en bovendien de gegevens, die daarbij werden benut, wel is waar niet in details, maar toch in ieder geval samengetrokken werden geopenbaard.

Te betreuren is het, dat echter niet berekend zijn de middelbare fouten.

Bovendien ware het niet misplaatst geweest in een noot de afleiding der gebezigde normaalvergelijkingen op te nemen.

In dat opzicht willen wij in de eerste plaats die aanvulling geven tegelijk met de afleiding der middelbare fouten.

Heeft men twee vergelijkingen van den vorm:

$$a_1 x + b_1 y = q_1$$
$$a_2 x + b_2 y = q_2$$

waarin a_1 a_2 b_1 b_2 q_1 en q_2 bekende getallen voorstellen, dan kunnen de onbekenden x en y berekend worden. Komt er nu een derde vergelijking bij $a_3 x + b_3 y = q_3$ dan zal in den regel, daar nooit met absolute zekerheid gemeten wordt, deze vergelijking met de beide voorafgaande in strijd zijn en men dus andere waarden voor x en y krijgen al naar gelang men die onbekenden vindt, door oplossing uit de vergelijking 1 en 2 of 1 en 3, of 2 en 3.

De methode der kleinste quadraten leert nu, dat die waarden het meest waarschijnlijkst zijn, waarvoor [*g.v.v.*] een minimum is.

Prof. Kunze bracht zijne waarnemingen in groepen over.

Bij den groven den b.v. had hij 30 groepen. De laagste groep omvatte de boomen van gemiddeld 3 M. lengte, de daarop volgenden 4, 5, enz. Het aantal boomen in elke groep varieerde van 1 in de groep van 34 M. lengte tot 621 stuks in de groep van 22 Meter. Het aantal boomen in elke groep is op te vatten als het correspondeerende gewicht voor de groep.

Bij een kegel is het absolute vormquotient $\frac{1}{2}$ en het absolute vormgetal $\frac{1}{3}$, bij een paraboloïde vindt men respectievelijk 0.707 en 0.500. Het verschil tusschen deze twee factoren is 0.167 en 0.207.

Voor boomvormen die daartusschen liggen is het verschil tusschen vormquotient en absoluut vormgetal begrensd door beide laatstgenoemde cijfers.

Prof. Kunze constateerde verder langs theoretischen weg, dat de hoogte der boomen mede invloed uitoefent op het verschil en stelde daarop de formule $c = m + \frac{h}{n}$ waarin c voorstelt het verschil tusschen vormquotient en vormgetal, m en n constante grootheden en h de gemiddelde hoogte in de groep. Wil men deze vergelijking overbrengen in den gebruikelijken vorm der waarnemingsvergelijking dan luidt zij:

$$q_1 = a_1 x + b_1 y \text{ waarin } a_1 = 1 \quad b_1 = \frac{1}{h} \text{ en } q_1 = c$$

$$a_1 x + b_1 y = q_1 - v_1 \text{ dus } v_1 = q_1 - a_1 x - b_1 y$$

$$v_1 v_1 = q_1 q_1 + a_1 a_1 x^2 + b_1 b_1 y^2 - 2 a_1 q_1 x - 2 b_1 q_1 y + 2 a_1 b_1 xy$$

$$g_1 v_1 v_1 = g_1 q_1 q_1 + g_1 a_1 a_1 x^2 + g_1 b_1 b_1 y^2 - 2 g_1 a_1 q_1 x - 2 g_1 b_1 q_1 + 2 g_1 a_1 b_1 x y$$

Uit de tweede waarnemingsvergelijking leidt men af:

$$g_2 v_2 v_2 = g_2 q_2 q_2 + g_2 a_2 a_2 x^2 + g_2 b_2 b_2 y^2 - 2 g_2 a_2 q_2 x - 2 g_2 b_2 q_2 y + 2 g_2 a_2 b_2 xy$$

en door sommeering van alle vergelijkingen

$$[gvv] = [gqq] + [gaa]\, x^2 + [gbb]\, y - 2\, [gaq]\, x - 2\, [gbq]\, y + 2\, [gab]\, xy$$

Zal [*g.v.v.*] een minimum zijn dan moeten de partieele differentiaal quotienten van x en y ten opzichte van [*g.v.v.*] gelijk nul zijn, dus: $\frac{\delta [gvv]}{\delta x} \cdot 2\, [gaa]\, x - 2\, [gaq] + 2\, [gab]\, y$

$$\frac{\delta[gvv]}{\delta y} = 2\,[gbb]\,y - 2\,[gbq] + 2\,[gab]\,x$$

$$2\,[gaa]\,x - 2\,[gaq] + 2\,[gab]\,y = o$$
$$2\,[gbb]\,y - 2\,[gbq] + 2\,[gab]\,x = o$$

Hieruit volgt:

$$[gaa]\,x + [gab]\,y = [gaq] \qquad \text{I}$$
$$[gab]\,x + [gbb]\,y = [gbq] \qquad \text{II}$$

Waar in het onderhavig geval $a = 1$ en $b = \frac{1}{h}$ is krijgt men:

$$[g]\,x + \left[\frac{g}{h}\right] y = [gq] \qquad \text{I}$$
$$\left[\frac{g}{h}\right] x + \left[\frac{g}{hh}\right] y = \left[\frac{g}{h}\,q\right] \qquad \text{II}$$

Het totaal aantal onderzochte grove dennen bedroeg 8080 dus $[g] = 8080$.

voor $\left[\frac{g}{h}\right]$ vondt Prof. Kunze 559,64922, voor $[gq]$ 1489,072 en

voor $\left[\frac{g}{hh}\right]$ 50,7111

x bleek te zijn 0,22619 en
y = —0.60497

Er moet nu worden nagegaan hoe groot de m.f. zijn.

Vermenigvuldigt men de I en II normaal vergelijking respectievelijk met Q_{11} en Q_{12} dan krijgt men:

$$[gaa]\,x\,Q_{11} + [gab]\,y\,Q_{11} = [gaq]\,Q_{11} \qquad \text{III}$$
$$[gab]\,x\,Q_{12} + [gbb]\,y\,Q_{12} = [gbq]\,Q_{12} \qquad \text{IV}$$

Telt men deze 2 op, en trekt men de factoren, die x & die y bevatten, samen, dan krijgt men

$$([gaa]\,Q_{11} + [gab]\,Q_{12})\,x + ([gab]\,Q_{11} + [gbb]\,Q_{12})\,y = [gaq]\,Q_{11} + [gbq]\,Q_{12} \qquad \text{IVa}$$

Nu kan men Q_{11} en Q_{12} zoodanige waarde toe kennen, dat

$$[gaa]\,Q_{11} + [gab]\,Q_{12} = 1 \quad \text{en} \qquad \text{V}$$
$$[gab]\,Q_{11} + [gbb]\,Q_{12} = 0 \quad \text{wordt} \qquad \text{VI}$$

IVa gaat dan over in

$$\bar{x} = [gaq]\,Q_{11} + [gbq]\,Q_{12} \qquad \text{VII}$$

Vermenigvuldigt men I en II respectievelijk met Q_{21} en Q_{22} en stelt men $[gaa]\,Q_{21} + [gab]\,Q_{22} = 0$ en

$$[gab]\,Q_{21} + [gbb]\,Q_{22} = 1$$

dan krijgt men op analoge wijze

$$\bar{y} = [gaq]\, Q_{21} + [gbq]\, Q_{22} \qquad \text{VIII}$$

Uit de eerste waarnemingsvergelijking volgt $v_1 = a_1 x + b_1 y - q_1$

Vermenigvuldigt men beide leden van de vergelijking met $g_1 a_1$ dan krijgt men $g_1 a_1 v_1 = g_1 a_1 a_1 x + g_1 a_1 b_1 y - g_1 a_1 q_1$

Vermenigvuldigt men de overige waarnemingsvergelijkingen respectievelijk met $g_2 a_2$, $g_3 a_3$ enz. en trekt men ze dan samen dan krijgt men $[gav] = [gaa]\, x + [gab]\, y - [gaq]$

volgens I is $[gaa]\, x + [gab]\, y = [gaq]$ *ergo*

$$[gav] = 0 \qquad \text{IX}$$

Per analogie is af te leiden $[gbv] = 0$ IX*a*

De waarde voor $\bar{x}$ in VII kan men als volgt splitsen

$$\begin{aligned} \bar{x} = g_1 a_1 q_1\, Q_{11} &+ g_1 b_1 q_1\, Q_{12} = (a_1\, Q_{11} + b_1\, Q_{12})\, g_1 q_1 \\ + \quad &\quad + \qquad\qquad\qquad + \\ g_2 a_2 q_2\, Q_{11} &+ g_2 b_2 q_2\, Q_{12} = (a_2\, Q_{11} + b_2\, Q_{12})\, g_2 q_2 \\ + \quad &\quad + \qquad\qquad\qquad + \\ g_3 a_3 q_3\, Q_{11} &+ g_3 b_3 q_3\, Q_{12} = (a_3\, Q_{11} + b_3\, Q_{12})\, g_3 q_3 + \text{enz.} \\ + \quad &\qquad\qquad\qquad\quad + \end{aligned}$$

Noem nu $a_1\, Q_{11} + b_1\, Q_{12} = \alpha_1$ X

$$a_2\, Q_{11} + b_2\, Q_{12} = \alpha_2 \qquad \text{X}a$$

dan krijgt men

$$\bar{x} = \alpha_1 g_1 q_1 + \alpha_2 g_2 q_2 + \alpha_3 g_3 q_3$$

dus $\bar{x} = [\alpha g q]$ XI

Daar de fout op de gewichtseenheid E_o is en men moet aannemen dat de q's alle met denzelfden graad van nauwkeurigheid zijn gemeten, wordt de fout op $\bar{x} = (E\bar{x}) = E_o \sqrt{[g\alpha\alpha]}$ YII

Door splitsing van

$$y = [gaq]\, Q_{21} + [gbq]\, Q_{22}$$

vindt men op overeenkomstige wijze $y = [g\beta q]$ de middelbare fout op $\bar{y} = (E\bar{y}) = E_o \sqrt{[g\beta\beta]}$ XIII

Vermenigvuldigt men de beide leden van de vergelijking X met $g_1 \alpha_1$ dan krijgt men $g_1 \alpha_1 \alpha_1 = g_1 \alpha_1 a_1\, Q_{11} + g_1 \alpha_1 b_1\, Q_{12}$ IV

idem X a met $g_2 \alpha_2$ $\quad g_2 \alpha_2 \alpha_2 = g_2 \alpha_2 a_2\, Q_{11} + g_2 \alpha_2 b_2\, Q_{12}$ IV*a*

Door sommeering dezer twee reeksen en de daaropvolgende vindt men $[g\alpha\alpha] = [g\alpha a]\, Q_{11} + [g\alpha b]\, Q_{12}$ XV

Per analogie vindt men $[g\beta\beta] = [g\beta a]\, Q_{21} + [g\beta b]\, Q_{22}$ XVI

Vermenigvuldigt men X en volgelingen respectievelijk met $g_1 a_1$ $g_2 a_2$ enz. en sommeert men, dan krijgt men $[ga\alpha] = [gaa]\, Q_{11} + [gab]\, Q_{12}$ XV

$$[gaa]\, Q_{11} + [gab]\, Q_{12}$$

in V aangenomen = 1 dus $[g a \alpha] = 1$ XVIII

Per analogie vindt men voor $[g \alpha b] = 0$ XIX

ergo wordt in XV $[g \alpha \alpha] = 1\, Q_{11} + 0\, Q_{12} = Q_{11}$ XX

Per analogie vindt men $[g \beta \beta] = Q_{22}$ XXI

Vermenigvuldigt men X en volgelingen met de analoge vergelijkingen $\beta_1 = a_1\, Q_{21} + b_1\, Q_{22}$ en met g_1 enz. dan krijgt men

$$[g \alpha \beta] = [gaa]\, Q_{11}\, Q_{21} + [gab]\, Q_{12}\, Q_{21} + [gab]\, Q_{11}\, Q_{22} + [gbb]\, Q_{12}\, Q_{22}$$

Brengt men nu buiten haakjes Q_{21} en Q_{22} dan heeft men

$$[ga\beta] = \{[gaa]\, Q_{11} + [gab]\, Q_{12}\}\, Q_{21} + \{[gab]\, Q_{11} + [gbb]\, Q_{12}\}\, Q_{22}$$

De vormen binnen accolades zijn volgens V en VI respectieve- 1 en 0 dus

$$[g \alpha \beta] = Q_{21} \qquad \text{XXII}$$

Had men buiten de accolade gebracht Q_{11} en Q_{12} dan zou men gekregen hebben

$$[g \alpha \beta] = ([gaa]\, Q_{21} + [gab]\, Q_{22})\, Q_{11} + ([gab]\, Q_{12} + [gbb]\, Q_{22})\, Q_{12}$$

De vormen binnen accoladen zijn respectievelijk = 0 en = 1 dus

$$[g \alpha \beta] = Q_{12} \qquad \text{XXIII}$$

Men heeft dus

$$[g \alpha \alpha] = Q_{11}$$
$$[g \beta \beta) = Q_{22}$$
$$[g \alpha \beta] = Q_{12} = Q_{21} \text{ en}$$
$$E_{\overline{x}} = E_{\circ} \sqrt{Q_{11}}$$
$$E_{\overline{y}} = E_{\circ} \sqrt{Q_{22}}$$

$$E_{\circ} = \sqrt{\frac{[gvv]}{\text{aantal overtollige waarnemingen}}} = \text{in casu} \sqrt{\frac{[gvv]}{n-2}}$$

De vraag is nu hoe groot is de m.f. in de verschillende waarnemingsvergelijkingen.

Waren $\overline{x}$ & $\overline{y}$ onderlinge onafhankelijke vergelijkingen dan zou men hebben zoo E_I de m.f. in de 1ste waarnemingsvergelijking voorstelt

$$E_I^2 = a_1 a_1\, E_{\overline{x}}^2 + b_1 b_1\, E_{\overline{y}}^2$$

en wanneer men de gewichten in aanmerking neemt

$$g_1\, E_I^2 = g_1 a_1 a_1 E_{\overline{x}}^2 + g_1 b_1 b_1\, E_{\overline{y}}^2$$

$\overline{x}$ en $\overline{y}$ zijn echter niet onderling onafhankelijk.

$$\overline{x} = g_1\alpha_1 q_1 + g_2\alpha_2 q_2 + g_3\alpha_3 q_3 + \ldots$$
$$\overline{y} = g_1\beta_1 q_1 + g_2\beta_2 q_2 + g_3\beta_3 q_3 + \ldots$$

Ergo wordt de 1ste waarnemingsvergelijking

$$g_1\alpha_1 a_1 q_1 + g_1\beta_1 b_1 q_1 = (\alpha_1 a_1 + \beta_1 b_1)\, g_1 q_1$$
$$+ \qquad +$$
$$g_2\alpha_2\alpha_2\, q_2 + g_2\beta_2 b_1\, q_2 = (a_2 a^1 + \beta_2 b_1)\, g_2 q_2$$
$$+ \qquad +$$

Noem nu $(a_1\alpha_1 + b_1\beta_1)\, g_1 = A_1$
$(a_1\alpha_2 + b_1\beta_2)\, g_2 = A_2$
enz.

dan krijgt men $A_1 q_1 + A_2 q_2 + A_3 q_3 + \ldots$ XXIV

$E_1\ E_2\ E_3$ stellen voor de m. f. der oorspronkelijke niet vereffende waarnemingen $q_1\ q_2\ q_3$ enz. Volgens de fout voorplantingsperiode is dan het quadraat van de middelbare fout op de eerste vereffende vergelijking $a_1 x + b_1 \overline{y} - q_1 - v_1$ voor te stellen door $E_I^2 =$

$$A_1^2 E_1^2 + A_2^2 E_2^2 + \qquad [A^2 E^2]$$

$$A_1^2 E_1 = (a_1\alpha_1 + b_1\beta_1)\, g_1^2 \times \frac{E_\circ^2}{g.} = (a_1\alpha_1 + b_1\beta_1)^2\, g\, E_\circ^2$$

$$E_I^2 = [(a_1\alpha + b_1\beta)^2\, g]\, E_\circ^2 \qquad \text{XXV}$$

Ik kan voor E_I^2 ook langs den-volgenden weg een anderen vorm afleiden.

Splitst XXV in $E_I^2 = (g_1 a_1 a_1 \alpha^2 + 2\, g_1 a_1 b_1 \alpha_1\, \beta_1 + g_1 b_1 b_1 \beta_1^2$
$+ \qquad + \qquad +$
$g_2 a_1 a_1 \alpha_2^2 + 2\, g_2 a_1 b_1 \alpha_2 \beta_2 + g_2 b_1 b_1 \beta_2^2)\, E_\circ^2$
$+ \qquad +$

$$E_I^2 = ([g\alpha^2]\, a_1 a_1 + 2\, [g\alpha\beta]\, a_1 b_1 + [g\beta\beta]\, b_1 b_1)\, E_\circ^2$$

Splitst men nu den tweeden factor van de tweede helft van de vergelijking en vervangt men $[\alpha\alpha g]$ door Q_{11}, $[g\beta\beta]$ door Q_{22} en $[g\alpha\beta]$ door Q' en Q_{21} dan krijg ik

$$E_I^2 = [a_1 a_1\, Q_{11} + a_1 b_1\, Q_{12} + a_1 b_1\, Q_{21} + b_1 b_1\, Q_{22}]\, E_\circ^2 \qquad \text{XXVI}$$

Hiervoor kan men schrijven

$$E_I^2 \quad [a_1\, (a_1\, Q_{11} + b_1\, Q_{12}) + b_1\, (a_1\, Q_{21} + b_1\, Q_{22}]\, E_\circ^2 \qquad \text{XXVI}$$

$a_1\, Q_{11} + b_1\, Q_{12} = \alpha_1$ volgens X en $a_1\, Q_{21} + b_1\, Q_{22} = \beta_1$

Substitueert men die waarden in XXVI dan krijgt men

$$E_I^2 = (a_1\alpha_1 + b_1\beta_1)\, E_\circ^2 \qquad \text{XXVII}$$

Past men nu bovenstaande formules toe op de waarnemingen van Kunze bij den groven den dan vindt men $E_\circ = 0.06254$

$Q_{11} = 0.000524$; $Q_{21} = -0.005785$; $Q_{22} = 0.0836$

$E_{\overline{x}} = 0.01807$; $E_{\overline{y}} \doteq 0.0014$.

De berekeningen dezer factoren vindt men hieronder

c EVONDEN	g	h	$-\frac{0.60496}{h} =$	$m + \frac{n}{h} = c$ BEREKEND	v	v^2 0,00	g v v	h^2	$\frac{g}{h}$	$\frac{g}{h^2}$
—0,002	25	3,12	0,19390	0,03229	0,03429	11758041	0,02940	9,73	8,0	2,57
0,072	53	4,16	0,14543	0,08076	0,00876	00767376	0,00407	17,3	12,7	3,06
0,103	137	5,04	0,12003	0,10616	0,00316	00099856	0,00137	25,4	27,2	5,39
0,131	180	5,98	0,10117	0,12502	0,00598	00357604	0,00644	35,8	30,1	5,03
0,153	155	6,97	0,08680	0,13939	0,01361	01852321	0,02871	48,6	22,2	3,19
0,158	161	8,00	0,07562	0,15057	0,00743	00552049	0,00889	64,0	20,1	2,52
0,163	228	9,02	0,06707	0,15912	0,00388	00150544	0,00343	81,4	25,3	2,80
0,167	295	10,00	0,06050	0,16569	0,00131	00017161	0,00051	100	29,5	2,95
0,170	372	11,—	0,05500	0,17119	0,00119	00014161	0,00053	121	33,8	3,07
0,173	405	12,—	0,05041	0,17578	0,00278	00077284	0,00313	144	33,8	2,81
0,180	384	13,—	0,04654	0,17965	0,00035	00001225	0,00005	169	29,5	2,27
0,182	338	14,—	0,04321	0,18298	0,00098	00009604	0,00032	196	24,1	1,72
0,185	292	15,—	0,04033	0,18586	0,00086	00007396	0,00022	225	19,5	1,30
0,187	333	16,—	0,03781	0,18838	0,00138	00019044	0,00063	256	20,8	1,30
0,189	360	17,—	0,03559	0,19060	0,00160	00025600	0,00092	289	21,2	1,25
0,190	438	18,—	0,03361	0,19258	0,00258	00066564	0,00292	324	24,3	1,35
0,195	450	19,—	0,03184	0,19435	0,00065	00004225	0,00019	361	23,7	1,25
0,195	542	20,—	0,03025	0,19594	0,00094	00008836	0,00048	400	27,1	1,36
0,195	505	21,—	0,02881	0,19738	0,00238	00056644	0,00286	441	24,0	1,15
0,197	621	22,—	0,02750	0,19869	0,00169	00028561	0,00177	484	28,2	1,28
0,199	567	22,90	0,02642	0,19977	0,00077	00005929	0,00034	524	24,8	1,08
0,201	455	23,90	0,02531	0,20088	0,00012	00000144	0,00001	571	19,0	0,80
0.204	373	24,90	0,02430	0,20189	0,00211	00044521	0,00166	620	15,0	0,60
0,206	222	26,00	0,02327	0,20292	0,00308	00094864	0,00211	676	8,5	0,33
0,211	112	26,90	0,02249	0,20370	0,00730	00532900	0,00597	724	4,2	0,15
0,210	42	27,90	0,02168	0,20451	0,00549	00301401	0,00127	778	1,5	0,05
0,208	18	28,90	0,02093	0,20526	0,00274	00075076	0,00014	835	0,6	0,02
0,207	12	29,90	0,02023	0,20596	0,00104	00010816	0,00001	894	0,4	0,01
0,223	4	30,80	0,01964	0,20655	0,01645	02706025	0,00108	949	0,1	0
0,217	1	33,80	0,01790	0,20829	0,00871	00758641	0,00008	1142	0	0
	8080						0,10951		559,2	50,66

$$Q_{11} = \frac{\left[\frac{g}{h^2}\right]}{[g]\left[\frac{g}{h^2}\right] - \left[\frac{g}{h}\right]^2} = \frac{50,66}{96628,2} =$$

$0,000524$

$$Q_{22} = \frac{[g]}{[g]\left[\frac{g}{h^2}\right] - \left[\frac{g}{h}\right]^2} =$$

$$\frac{8080}{8080 \times 50,66—559,2^2} = 0,0836$$

$$Q_{21} = -\frac{559,2}{8080} \times 0,0836 =$$

$—0,005785$

$$E_{\bar{n}} = E_\circ \sqrt{Q_{22}} = 0,06254 \times \sqrt{0,0836} = 0,01807$$

$$E_{\bar{m}} = E_\circ \sqrt{Q_{11}} = 0,06254 \times \sqrt{0,000524} = 0,0014$$

$$E_\circ = \sqrt{\frac{[gvv]}{n—2}} = \sqrt{\frac{0,10951}{28}} = 0,06254$$

De fout op een vijftal groepen is hieronder berekend volgens XXVI en tevens de fout per stam.

$$H = 5\ M.\ E^2groep = 0.003911 \left(0.000524 - 2 \times \frac{0.005785}{5} + \frac{0.0836}{25}\right) = 0.00000608$$

$H = 10$ M. $E^2groep = 0.003911 \times 0.000203 = 0.00000080.$
$H = 15$ M. $E^2groep = 0.003911 \times 0.000125 = 0.00000049.$
$H = 20$ M. $E^2groep = 0.003911 \times 0,000154 = 0.00000060.$
$H = 25$ M. $E^2groep = 0.003911 \times 0.000195 = 0.00000076.$

N = AANTAL	H	EGROEP	C	E_0 PER STAM IN DE GROEP	
137	5	0.00247	0.105	0.029	$E_0 = Egr. \sqrt{n}$
295	10	0.00089	0.166	0.015	$c = m + \frac{n}{h} = 0.22619 - \frac{0.60497}{h}$
292	15	0.00070	0.086	0.012	0.60497 : 5 = 0.120994
542	20	0.00077	0.196	0.018	: 10 = 0.060497
373	25	0.00087	0.202	0.017	: 15 = 0.0403313
					: 20 = 0.0302485
					: 25 = 0.0241988

c. 5 M.	c. 10 M.	c. 15 M.	c. 20 M.	c. 25 M.
0.22619	0.22619	0.22619	0.22619	0.22619
0.12099	0.06050	0.04033	0.03025	0.02420
0.1052	0.16569	0.18586	0.19594	0.20199

Prof. Kunze geeft op pag. 14 van zijne brochure op hoe groot de verschillen zijn van de gemeten en de berekende c.

Die verschillen komen vrij goed overeen met de volgens de formule gevondene.

Het ware evenwel gewenscht geweest de bijzondere aandacht erop te vestigen, dat de verschillen betrekking hebben op het gemiddelde der groepen en niet op de enkele stammen.

Wij berekenden die daarom en voegden ze aan het lijstje toe.

G	V	VV	GVV
25	— 0.027	0.000729	0.018225
53	— 0.003	9	477
137	— 0.002	4	548
180	+ 0.006	36	6480
155	+ 0.013	169	26195
161	+ 0.007	49	7889
228	+ 0.004	16	3648
295	+ 0.001	1	295
372	— 0.001	1	372
405	— 0.003	9	3645
384	0.000	—	—
338	— 0.001	1	338
292	— 0.001	1	292
333	— 0.001	1	333
360	— 0.002	4	1440
438	— 0.003	9	3942
450	+ 0.001	1	450
542	— 0.001	1	542
505	— 0.002	4	2020
621	— 0.002	4	2484
567	— 0.001	1	567
455	0.000	—	—
373	+ 0.002	4	1492
222	+ 0.003	9	1998
112	+ 0.007	49	5488
42	+ 0.005	25	1050
18	+ 0.003	9	162
12	+ 0.001	1	12
4	+ 0.016	256	1024
1	+ 0.009	81	81
8080			0.091489

$$E_o = \sqrt{\frac{0.091489}{30}} = \sqrt{0.0030496} = 0.055$$

Aantal waarn. vergel. is **30.**

Kubeert men een boom met de tafel van Kunze uit de groep van 20 Meter dan blijkt, dat men een m.f. maakt van 0.018. Bij een vormgetal van 0.54 is 0.018 = $3\frac{1}{3}\%$

Bij hermeting zou men dus eveneens een fout kunnen maken van $3\frac{1}{3}\%$. De m.f. op het verschil wordt daardoor $\sqrt{3\frac{1}{3}^2 + 3\frac{1}{3}^2}$ = 4,7%

Die fout is te groot om wanneer men prijs stelt op nauwkeurige uitkomsten de methode Kunze in plaats te stellen voor de sectie methode. Waar een minder groote graad van nauwkeurigheid wordt verlangd is zij echter zeer goed bruikbaar.

Prof. Kunze ging na hoe groot de verschillen waren tusschen de werkelijke inhouden en de met de formule gevondene.

Uit die verschillen is hieronder de m.f. per gewichtseenheid berekend en werd daarvoor gevonden 0.055. Dit cijfer komt vrij goed overeen met het door ons gevonden 0.063.

Niet van belang ontbloot is het na te gaan hoe in een speciaal geval in Nederland de methode Kunze betrouwbare uitkomsten geeft.

Voor dit doel moge de volgende tafel dienen.

„HOEVEN" VORMGETALLEN À LA KUNZE VERGELEKEN MET DE IN WERKELIJKHEID GEVONDENE.

VORMGET.						VORMGET.					
Kunze	werkel.	v +	v —	v — v̄ = w	w²	Kunze	werkel.	v +	v —	v — v̄ = w	w²
						Transport		328	134		8162
436	436	0		8	64	496	496	0		8	64
450	431	19		11	121	453	474		21	29	841
461	460	1		7	49	477	436	41		33	1089
472	468	4		4	16	470	477		7	15	225
478	447	31		23	529	450	425	25		17	289
472	458	14		6	36	478	436	42		34	1156
436	430	6		2	4	432	474		42	50	2500
466	475		9	17	289	418	371	47		39	1521
454	494		40	48	2304	464	453	11		3	9
461	464		3	11	121	449	462		13	21	441
503	500	3		5	25	430	435		5	13	169
502	492	10		2	4	488	500		12	20	400
440	456		16	24	576	399	390	9		1	1
453	454		1	9	81	402	427		25	33	1089
407	419		12	20	400	441	434	7		1	1
430	414	16		8	64	484	475	9		1	1
443	440	3		5	25	450	418	32		24	576
462	450	12		4	16	503	499	4		4	16
438	432	6		2	4	441	437	4		4	16
392	400		8	16	256	448	444	4		4	16
466	479		13	21	441	422	424		2	10	100
466	441	25		17	289	443	428	15		7	49
433	410	23		15	225	467	430	37		29	841
355	348	7		1	1	485	485	0		8	64
423	401	22		14	196	439	412	27		19	361
399	395	4		4	16	404	401	3		5	25
470	456	14		6	36	414	403	11		3	9
487	496		9	17	289	409	414		5	13	169
452	432	20		12	144	405	374	31		23	529
473	465	8		0	0	495	488	7		1	1
471	467	4		4	16	460	467		7	15	225
469	467	2		6	36	452	427	25		17	289
428	431		3	11	121	461	478		17	25	625
466	450	16		8	64	464	488		24	32	1024
452	436	16		8	64	439	472		33	41	1681
444	447		3	11	121	486	481	5		3	9
408	378	30		22	484	423	422	1		7	49
490	507		17	25	625	492	491	1		7	49
402	397	5		3	9	451	433	18		10	100
487	480	7		1	1	430	422	8		0	0
		328	134		8162			752	347		34233

VORMGET. Kunze	VORMGET. werkel.	v +	v −	$v - \bar{v} = w$	w^2
Transport		752	347		34233
501	493	8		0	0
439	462		2,3	31	961
426	402	24		16	256
465	436	29		21	441
450	408	42		34	1156
489	468	21		13	169
439	409	30		22	484
442	424	18		10	100
444	422	22		14	196
445	421	24		16	256
413	397	16		8	64
464	499		35	43	1849
415	439		24	32	1024
463	437	26		18	324
471	459	12		4	16
450	453		3	11	121
547	495	52		44	1936
448	431	17		9	81
373	382		9	17	289
452	455		3	11	121
486	477	9		1	1
437	458		21	29	841
418	407	11		3	9
496	520		24	32	1024
502	484	18		10	100
477	500		23	31	961
472	460	12		4	16
377	434		57	65	4225
483	450	33		25	625
463	415	48		40	1600
449	427	22		14	196
439	440		1	9	81
438	451		13	21	441
470	471		1	9	81
477	424	53		45	2025
505	463	42		34	1156
425	409	16		8	64
485	482	3		5	25
463	471		8	16	256
490	432	58		50	2500
491	493		2	10	100
461	468		7	15	225
428	440		12	20	400
438	418	20		12	141
465	466		1	9	89
462	467		5	13	169
426	401	25		17	289
483	458	25		17	284
488	472	16		8	064
420	421		1	9	81
Transport.		1504	620		62146

VORMGET. Kunze	VORMGET. werkel.	v +	v −	$v - \bar{v} = w$	w^2
Transport		1504	620		62146
457	468		11	19	361
479	479	0		8	64
436	454		18	26	676
440	451		11	19	361
402	388	14		6	36
442	448		6	14	196
428	369	59		51	2601
473	451	22		14	196
450	433	17		9	81
424	398	26		18	324
501	511		10	18	324
451	444	7		1	1
436	405	31		23	529
470	454	16		8	64
463	424	39		31	961
454	448	6		2	4
425	412	13		5	25
414	406	8		0	0
476	513		37	45	2025
458	430	28		20	400
399	408		9	17	289
437	414	23		15	225
387	376	11		3	9
415	396	19		11	121
369	413		44	52	2704
432	395	37		29	841
428	405	23		15	225
441	414	27		19	361
515	486	29		21	441
444	443	1		7	49
435	416	0.019		0.011	121
486	464	22		14	196
452	432	20		12	144
472	432	40		32	1024
417	380	37		29	841
483	485		2	10	100
443	460		17	25	625
375	376		1	9	81
467	426	41		33	1089
421	378	43		35	1225
408	398	10		2	
		2192	786		0.072628

$$\text{Gem. verschil} = \frac{1{,}406}{171} - \pm 0.008$$

$$E_\circ = \sqrt{\frac{0.072628}{170}} = 0.02067$$

$$E_{\bar{x}} = \frac{0.02067}{\sqrt{171}} = 0.001584 = 0.0016$$

Het blijkt dus, dat *gemiddeld* de vormgetallen in 't Edesche bosch (Hoeven) 0.008 kleiner zijn dan de met de methode Kunze gevondene; maar per enkele stam is dit 0.008 ± 0.0207 en voor den gemiddelden stam 0.008 ± 0.0016.

Verlangt men nauwkeurig den inhoud van één proefboom te kennen dan is de methode voor het Edesche bosch niet bruikbaar en is de sectiemethode te prefereeren. [1])

Prof. Kunze geeft nog een tweede formule op, luidende:

$$c = m + \frac{n}{h} + pq_2$$

Ook deze formule werd aan een nader onderzoek onderworpen. Op kleine afrondingsfouten na werden hier nagenoeg dezelfde coefficienten gevonden:

$$8080\, m + 559.65294\, n + 5505.280 \quad p = 1489.072$$
$$559.65294\, m + 50{,}75134\, n + 392.64825 \quad p = 95.43181$$
$$5505.280 \quad m + 392.64825\, n + 3774.686192\, p = 1009.831715$$
$$m = 0.10812 \quad n = -0.82819 \quad p = 0.19599$$

$$\left.\begin{array}{l} [g]\, m + \left[\frac{g}{h}\right] n + [gq]\, p = [gc] \\ \left[\frac{g}{h}\right] m + \left[\frac{g}{h^2}\right] n + \left[\frac{gq}{h}\right] p = \left[g\frac{c}{h}\right] \\ [gq]\, m + \left[\frac{gq}{h}\right] n + [gq^2]\, p = [gcq] \end{array}\right\} \text{Normaalvergelijkingen}$$

$$\left.\begin{array}{l} 8080\, Q_{11} + 559.653\, Q_{12} + 5505.28\, Q_{13} = 1 \\ 559.653\, Q_{11} + 50.7513\, Q_{12} + 392.648\, Q_{13} = 0 \\ 5505.28\, Q_{11} + 392.648\, Q_{22} + 3774.69\, Q_{13} = 0 \end{array}\right\} \begin{array}{r} \text{I} \\ \text{II} \\ \text{III} \end{array}$$

$$\left.\begin{array}{l} 8080\, Q_{21} + 559.653\, Q_{22} + 5505.28\, Q_{23} = 0 \\ 5505.28\, Q_{21} + 392.648\, Q_{22} + 3774.69\, Q_{23} = 0 \end{array}\right\} \begin{array}{r} \text{IV} \\ \text{VI} \end{array}$$

$$559.653\, Q_{31} + 50.7513\, Q_{32} + 392.648\, Q_{33} = 0) \qquad \text{VIII}$$

$$A\, Q_{11} + 410070.504\, Q_{12} + 3172595.84\, Q_{13} = 0 \qquad \text{II}$$
$$A\, Q_{11} + 313211.480\, Q_{12} + 3081046.47\, Q_{13} = 559.653 \qquad \text{I}$$

$$96859.024\, Q_{12} + 91549.37\, Q_{13} = -559.653$$

$$B\, Q_{11} + 3172595.84\, Q_{12} + 30499495.2\, Q_{13} = 0 \qquad \text{III}$$
$$B\, Q_{11} + 3081046.47\, Q_{12} + 30308107.9\, Q_{13} = 5505.28 \qquad \text{I}$$

$$91549.37\, Q_{12} + 191387.3\, Q_{13} = -5505.28$$

---

[1]) Voor het Edesche bosch werd hier door de studenten Stoutjesdijk en Van Doorn berekend de deviatie der spilhout vormgetallen en gevonden 0,03. Met de methode Kunze is de deviatie dus 33 % gereduceerd.

$$C\,Q_{12} + 18537553433\,Q_{13} = -533235916$$
$$C\,Q_{12} + 8381292640\,Q_{13} = -51235896$$

$$10156260793\,Q_{13} = -482000020 \qquad Q_{13} = -0.04746 = Q_{31}$$

$$D\,Q_{13} + 8381292640\,Q_{12} = -5040050.81$$
$$D\,Q_{13} + 18537553433\,Q_{12} = -1071103.09$$

$$-101562607.93\,Q_{12} = +3968947.72 \quad Q_{12} = -0.03908 = Q_{21}$$

$$559.653\;\; Q_{22} + 5505.28\;\; Q_{23} = -315.766 \qquad \text{IV}$$
$$392.648\;\; Q_{22} + 3774.69\;\; Q_{23} = -215.146 \qquad \text{VI}$$
$$50.7513\,Q_{32} + \;\; 392.648\,Q_{33} = \qquad 26.5611 \qquad \text{VIII}$$

$$P\,Q_{22} + 2112517\,Q_{23} = -120407.104$$
$$P\,Q_{22} + 2161637\,Q_{23} = -123984.888$$

$$49120\,Q_{23} = \quad -3577.784 \quad Q_{23} = Q_{32} = -0.07284$$

$$E\,Q_{12} - 11416808711\,Q_{11} = -225171583$$
$$E\,Q_{21} \;\; -4496936000\,Q_{11} = \;\; -19286870$$

$$-69199 \qquad Q_{11} = -2058.84713 \quad Q_{11} = 0.0298$$

$$392.648\,Q_{33} = 26.5611 + 3.6967 = 30.2578 \qquad \text{(VIII)}$$
$$Q_{33} = \;\; 0.0771$$

$$315.7664 + 559.653\,Q_{22} - 401.0046 = 0 \quad Q_{22} = 0.152$$

$$Q_{11} = 0.0298 \quad Q_{12} = -0.03908 = Q_{21} \quad Q_{13} = -0.04746 = Q_{31}$$
$$Q_{22} = \;\; 0.152 \qquad Q_{23} = -0.07284 = Q_{32}$$
$$Q_{33} = \;\; 0.0771$$

$Q_{11} =\ 0.0298$ $\quad 2\,Q_{23} = -0.0949$ $\quad 2\,Q_{23} = -0.146.$

$2\,Q_{12} = -0.0782$ $\quad Q_{22} =\ 0.152$ $\quad Q_{33} =\ 0.0771.$

Q_{11}	+	0.0298000	0.0298000	0.0298000	0.0298000	0.0298000	0.0298000	0.0298000	0.0298000
$\frac{2\,Q_{12}}{h}$	+	0.0251022	0.0187680	0.0154836	0.0130594	0.0111826	0.0097750	0.0086802	0.0078200
$2\,Q_{13}\,q$	—	0.0854100	0.0788619	0.0758251	0.0741169	0.0724087	0.0701311	0.0688974	0.0673790
$\frac{Q_{22}}{h^2}$	+	0.0156560	0.0087856	0.0059888	0.0042560	0.0031312	0.0023712	0.0018696	0.0015200
$2\,Q_{23}\,\frac{q}{h}$	—	0.0421940	0.0290540	0.0230680	0.0189800	0.0159140	0.0134904	0.0117676	0.0103660
$Q_{33}\,q^2$	+	0.0624510	0.0532761	0.0491898	0.0470310	0.0148722	0.0420966	0.0406317	0.0388584
		0.1330092	0.1106297	0.1004622	0.0941464	0.0889860	0.0840428	0.0809815	0.0779984
	—	0.1276040	0.1079159	0.0988931	0.0930969	0.0883227	0.0836215	0.0806650	0.0777450
$\Sigma =$	+	0.0054052	0.0027138	0.0015691	0.0010495	0.0006633	0.0004213	0.0003165	0.0002534
Q_{11}	+	0.0298000	0.0298000	0.0298000	0.0298000	0.0298000	0.0298000	0.0298000	0.0298000
$\frac{2\,Q_{12}}{h}$	+	0.0070927	0.0065375	0.0060136	0.0055835	0.0052238	0.0048953	0.0045982	0.0043401
$2\,Q_{13}\,q$	—	0.0666198	0.0658606	0.0651963	0.0643422	0.0641524	0.0636779	0.0633932	0.0632983
$\frac{Q_{22}}{h^2}$	+	0.0012525	0.0010625	0.0008998	0.0007752	0.0006779	0.0005958	0.0005259	0.0004682
$2\,Q_{23}\,\frac{q}{h}$	—	0.0093002	0.0084680	0.0077088	0.0070664	0.0065992	0.0061320	0.0057378	0.0054020
$Q_{33}\,q^2$	+	0.0380103	0.0371622	0.0363912	0.0354660	0.0352347	0.0346950	0.0343866	0.0343095
		0.0761555	0.0745622	0.0731046	0.0716247	0.0709364	0.0699861	0.0693107	0.0689178
	—	0.0759200	0.0743286	0.0729051	0.0714086	0.0707516	0.0698099	0.0691310	0.0687003
$\Sigma =$		0.0002355	0.0002336	0.0001995	0.0002161	0.0001848	0.0001762	0.0001797	0.0002175

Q_{11}	+	0.0298000	0.0298000	0.0298000	0.0298000	0.0298000	0.0298000	0.0298000	0.0298000
$\frac{2\,Q_{12}}{h}$	+	0.0041133	0.0039178	0.0037301	0.0035581	0.0034095	0.0032688	0.0031436	0.0030107
$2\,Q_{13}\,q$	—	0.0632034	0.0626340	0.0629187	0.0624442	0.0626340	0.0623493	0.0619697	0.0621595
$\frac{Q_{22}}{h^2}$	+	0.0004210	0.0003815	0.0003450	0.0003146	0.0002888	0.0002660	0.0002447	0.0002250
$2\,Q_{22}\,\frac{q}{h}$	—	0.0051100	0.0048326	0.0046136	0.0043654	0.0042048	0.0040150	0.0038398	0.0036792
$Q_{33}\,q^2$	+	0.0342324	0.0336156	0.0339240	0.0333843	0.0336156	0.0333072	0.0328446	0.0330759
		0.0685667	0.0677149	0.0677991	0.0670570	0.0671139	0.0666420	0.0660329	0.0661116
	—	0.0683134	0.0674666	0.0675323	0.0668096	0.0668388	0.0663643	0.0658095	0.0658387
		0.0002533	0.0002483	0.0002668	0.0002474	0.0002751	0.0002777	0.0002234	0.0002729

Q_{11}	+	0.0298000	0.0298000	0.0298000	0.0298000	0.0298000	0.0298000
$\frac{2\,Q_{12}}{h}$	+	0.0029090	0.0028074	0.0027057	0.0026119	0.0025337	0.0023147
$2\,Q_{13}\,q$	—	0.0621595	0.0627289	0.0628238	0.0619697	0.0628238	0.0652912
$\frac{Q_{22}}{h^2}$	+	0.0002098	0.0001961	0.0001824	0.0001702	0.0001596	0.0001332
$2\,Q_{23}\,\frac{q}{h}$	—	0.0035624	0.0034602	0.0033434	0.0031828	0.0031244	0.0029784
$Q_{33}\,q^2$	+	0.0330759	0.0336927	0.0337698	0.0328446	0.0337698	0.0364683
		0.0659947	0.0664962	0.0664579	0.0654267	0.0662631	0.0687162
	—	0.0657219	0.0661891	0.0661672	0.0651525	0.0659482	0.0682696
$\Sigma =$		0.0002728	0.0003071	0.0002907	0.0002742	0.0003149	0.0004466

BEREKENING VAN C VOOR DE 30 GROEPEN

$$C = m + \frac{n}{h} + pq = 0.10812 - \frac{0.82819}{h} + 0.19599\ q$$

p × q = 0.196 q	0.1969 q + 0.10812	$\frac{n}{h} = -\frac{0.82819}{h}$	C BEREKEND	C VOLGENS KUNZE	v	g	gvv
0.176391	0.284511	—0.265446	+ 0.019	—0.002	21	25	11025
0.162876	0.270996	—0.199084	0.072	+0.072	0	53	0
0.156604	0.264724	—0.164323	0.100	0.103	3	137	1233
0.153076	0.261196	—0.138217	0.123	0.131	8	180	11520
0.149548	0.257668	—0.118822	0.139	0.153	14	155	30380
0.144844	0.252964	—0.103524	0.149	0.158	9	161	13041
0.142296	0.250416	—0.091817	0.158	0.163	4	228	3648
0.139160	0.247280	—0.082819	0.164	0.167	3	295	2655
0.137592	0.245712	—0.075153	0.171	0.170	1	372	372
0.136024	0.244144	—0.069097	0.175	0.173	2	405	1620
0.134652	0.242772	—0.063707	0.179	0.180	1	384	384
0.132888	0.241008	—0.059156	0.182	0.182	0	338	0
0.132496	0.240616	—0.055333	0.185	0.185	0	292	0
0.131516	0.239636	—0.051856	0.188	0.187	1	333	333
0.130928	0.239048	—0.048717	0.190	0.189	1	360	360
0.130732	0.238852	—0.046000	0.193	0.190	3	438	3942
0.130536	0.238656	—0.043589	0.195	0.195	0	450	0
0.129360	0.237480	—0.041409	0.196	0.195	1	542	542
0.129948	0.238068	—0.039448	0.199	0.195	4	505	8080
0.128968	0.237088	—0.037680	0.199	0.197	2	621	2484
0.129360	0.237480	—0.036114	0.201	0.199	2	567	2268
0.128772	0.236892	—0.034610	0.202	0.201	1	455	455
0.127988	0.236108	—0.033261	0.203	0.204	1	373	373
0.128380	0.236500	—0.031900	0.205	0.206	1	222	222
0.128380	0.236500	—0.030800	0.206	0.211	5	112	2800
0.129556	0.237676	—0.029727	0.208	0.210	2	42	168
0.129752	0.237872	—0.028657	0.209	0.208	1	18	18
0.127988	0.236108	—0.027700	0.208	0.207	1	12	12
0.129752	0.237870	—0.026900	0.211	0.223	12	4	576
0.134848	0.242968	—0.024500	0.218	0.217	1	1	1
30 vergelijkingen		(groepen)		[gvv]		=	0,098512

$$E_o = \sqrt{\frac{0.098512}{30-3}} = \sqrt{0.00364852} = 0.0604.$$

BEREKENING DER FOUTEN VAN DE VERGELIJKINGEN

Σ	$\sqrt{\Sigma}$	$E_K = E_\circ \sqrt{\Sigma}$
0.0054052	0.0735	0.00444
0.0027138	0.0521	0.00315
0.0015691	0.0396	0.00239
0.0010495	0.0324	0.00196
0.0006633	0.0258	0.00156
0.0004213	0.0205	0.00124
0.0003165	0.0178	0.00108
0.0002534	0.0159	0.00096
0.0002355	0.0153	0.00092
0.0002336	0.0153	0.00092
0.0001995	0.0141	0.00085
0.0002161	0.0147	0.00089
0.0001848	0.0136	0.00082
0.0001762	0.0133	0.00080
0.0001797	0.0134	0.00081
0.0002175	0.0147	0.00089
0.0002533	0.0159	0.00096
0.0002483	0.0158	0.00095
0.0002668	0.0163	0.00098
0.0002474	0.0157	0.00095
0.0002751	0.0166	0.00100
0.0002777	0.0167	0.00101
0.0002235	0.0149	0.00090
0.0002729	0.0165	0.00100
0.0002728	0.0165	0.00100
0.0003071	0.0175	0.00106
0.0002907	0.0170	0.00103
0.0002742	0.0166	0.00100
0.0003149	0.0177	0.00107
0.0004466	0.0211	0.00127

$E_\circ = 0.0604$

$Q_{11} = 0.0298 \qquad \sqrt{Q_{11}} = 0.173$

$Q_{22} = 0.1520 \qquad \sqrt{Q_{22}} = 0.390$

$Q_{33} = 0.0771 \qquad \sqrt{Q_{33}} = 0.278$

$E\overline{m} = E_\circ \sqrt{Q_{11}} = 0.0104 \; (m = 0.10812)$

$E\overline{n} = E_\circ \sqrt{Q_{22}} = 0.0236 \; (n = -0.82819)$

$E\overline{p} = E_\circ \sqrt{Q_{33}} = 0.0168 \; (p = 0.19599)$

$$\left.\begin{aligned} m &= 0.1081 \pm 0.0104 \\ n &= -0.8282 \pm 0.0236 \\ p &= 0.1960 \pm 0.0168 \end{aligned}\right\}$$

De $E_\circ$ verschilt weinig van die, wanneer men met 2 onbekenden werkt. Met 3 onbekenden is $E_\circ = 0.0604$, met twee onbekenden 0.0625. Het vele cijferwerk is dus feitelijk niet beloond geworden door een veel grooteren graad van nauwkeurigheid.

Prof. Metzger uit Münden publiceerde eenige jaren geleden de resultaten van zijne onderzoekingen over den vorm der boomen [1]).

Het heeft hem niet aan belangstelling voor zijn werk ontbroken. In de wereld der houtvesters hebben zijne theorieën talrijke aanhangers gevonden. Prof. Jonson bouwde er uit op een methode

[1]) Mündener forstliche Hefte. 1893. Heft 3. Der Wind als massgebender Faktor für das Wachsthum der Bäume. Allg. F. en J. Zeitung 1896 blz. 224 Form und Wachstum der Waldbäume im Lichte der Darwinschen Lehre.
Natürw. Zeitschr, für Forst und Landwirtschaft Heft 5 Jahrgang 1908 Ueber das Konstruktionsprinzip der secundären Holzkörpers.

voor het cubeeren van boomen, die thans algemeen in Zweden in zwang is.

De grondgedachte, die prof. Metzger uitwerkt, vindt men terug in de in der tijd epoquemakende publicatie van prof. Dr. S. Schwendener: Das mechanische Princip im anatomischen Bau der Monocotylen mit vergleichenden Ausblicken auf die übrigen Pflanzenklassen. Leipzig 1874. Het heet in dat werk op bladzijde 160:

„Die Wachsthumverhältnisse der Nadelhölzer gehören bekanntlich zu den regelmässigsten, die man kennt. Grosse, schön gewachsene Fichtenstämme sind denn auch annähernd Träger von gleichem Widerstande. Sie verhalten sich im Grossen, wie beispielsweise die Gras- und Binsenhalme im Kleinen. Nur ist es eine nothwendige Folge des Dickenwachsthums, dass diese Stämme nicht hohl, sondern von unten bis oben voll construirt sind. Die Gleichungen, welche früher für beliebige Träger mit kreisförmigem Querschnitt aufgestellt, und die Zahlenreihen, die daraus abgeleitet wurden (pag. 96), beherrschen hier nicht bloss die äussere Form, sondern auch die jährliche Dickenzunahme. Lassen wir in Fig. 11 (p. 97) die Scheitelregion als der Wirklichkeit weniger entsprechend ganz bei Seite, so erhalten wir für die nachbezeichneten Abstände X die beigesetzten Zuwachsgrössen für ϱ.

ABSTÄNDE	ZUWACHS VON ϱ
von X = 40 bis X = 60	0.9
„ X = 60 „ X = 80	0.74
„ X = 80 „ X = 100	0.61
„ X = 100 „ X = 120	0.53
„ X = 120 „ X = 140	0.48
„ X = 140 „ X = 160	0.44

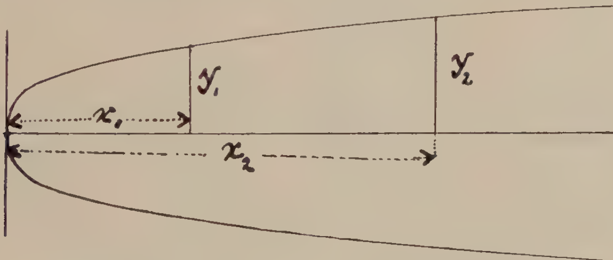
„Um diese Werthe den wirklichen Grössenverhältnissen einer ausgewachsenen Fichte ungefähr anzupassen, setzen wir die Längeneinheit für ϱ = 30 Mill. und die Längeneinheit für X = 300 Mill. Die halbe Dicke des Stammes für die Abscisse X = 160 beträgt alsdann ϱ = 10.30 = 300 Mill. Ebenso erhält man für die Gesammtlänge voor X = 40 bis X = 160 die Ziffer 120.330 = 36000 Mill. = 36 Meter. Nehmen wir jetzt ferner an, die Längen zunahme per Jahr betrage im Mittel anderthalb Einheiten = 450 Mill. so kommen auf einen Zuwachs von 20 Einheiten 13.3 Jahre während welcher Zeit der Radius des Stammes sich um die obenbezeichneten Grössen verlängert. Unsere Tabelle kann dem entsprechend auch folgendermassen geschrieben werden.

ABSTAND VON DER BASIS	ABNAHME DES RADIUS	DICKE DER JAHRESSCHICHTEN
Von 0 bis 6 Meter	13.2 Mill	1.0 Mill
„ 6 „ 12 „	14.4 „	1.08 „
„ 12 „ 18 „	15.9 „	1.2 „
„ 18 „ 24 „	18.3 „	1.45 „
„ 24 „ 30 „	22.2 „	1.67 „
„ 30 „ 36 „	27.0 „	2.0 „

Der Stamm bleibt hiernach in Bezug auf biegungsfestigkeit ein Träger von gleichem Widerstande, wenn die Dicke der Jahresschichten in der angegebenen Weise von unten nach oben zunimmt. Das ist nun aber thatsächlich nicht der Fall, sondern die Jahresschichten haben nach Sanio,[1]) oben wie unten ungefähr dieselbe Mächtigkeit und sind sogar im untern Teil des Stammes durchgehends fester als im obern. Daraus folgt aber, dass die Festigkeitsabnahme in acropetaler Richtung hier merklich rascher erfolgt, als in einem Träger von gleichem Widerstande. [2])"

Het komt dus daarop neer, dat volgens Prof. Schwendener een spar *ongeveer* den vorm heeft van een semicub. paraboloïde d.w.z. van een zuil, die een maximum weerstand biedt tegen buiging.

Van een dergelijke zuil zijn de derde machten der diameters evenredig met de afstanden tot aan den top.



$$\text{Dus } y_2^3 : y_1^3 = x_2 : x_1 \text{ of } y^3 = px$$

$$\text{dus } y^2 = p^1 x^{\frac{2}{3}}$$

De in de houtmeetkunde gebruikelijke vergelijkingen voor den cylinder, apollonische paraboloïde, kegel en Neilloid zijn respectievelijk $y^2 = px^0$, $y^2 = px$, $y^2 = px^2$ en $y^2 = px^3$.

De semicub. paraboloïde ligt dus tusschen de cylinder en de ap. paraboloïde in. Zijn inhoud is volgens de algemeene formule $I = \frac{1}{m+1} G.H. = \frac{1}{\frac{2}{3}+1} G.H. = \frac{3}{5} G.H.$

[1]) Vgl. die Tabelle zur oben erwähnten Abhandlung in Pringsheim's Jahrb. VIII.

[2]) Selbstverständlich kann diese Betrachtungsweise auch auf andere Pflanzen mit Dickenwachstum übertragen werden.

d.w.z. $^3/_5$ van het product van grondvlak en hoogte. Het absoluut vormgetal is dus 0.6.

Een absoluut vormgetal van 0.6 kan zeker niet als een gemiddeld vormgetal van de midden Europeesche boomen gelden. Prof. Metzger wees er terecht op, dat het niet noodig is, dat de boomen over hun volle lengte den vorm bezitten van een semicubische paraboloïde, want de wind grijpt niet aan, aan den top, maar in de kroon. Bezit deze zuiver den vorm van een kegel dan zal een verticale doorsnede den vorm bezitten van een driehoek.

Denkt men nu de wind te drukken tegen deze driehoek, dan zal de resultante aangrijpen in de spil van den boom en wel op $2/3$ afstand van de kroonlengte. Wil men nu onderzoeken, of een gegeven boom, wat zijn onderstuk aangaat, een semicub. paraboloïde is, dan is het noodig te weten, waar het aangrijpingspunt der resultante (door Jonson drukpunt genoemd) gelegen is.

Prof Metzger trachtte de oplossing van die vraag te vermijden door uit te gaan van de volgende vergelijkingen.

$$d_1^3 : d_2^3 = x : (x-1)$$
$$d_2^3 : d_3^3 = (x-1) : (x-2)$$

Hieruit volgt:

$$(d_1^3 - d_2^3) : 1 = d_2^3 : (x-1)$$
$$(d_2^3 - d_3^3) : 1 = d_2^3 : (x-1)$$
$$\text{dus } d_1^3 - d_2^3 = d_2^3 - d_3^3.$$

Klemt men ergo een boom 1, 2, 3 Meter enz. boven den grond en is de boom een semicub. paraboloïde dan zullen de verschillen tusschen de derde machten van twee opvolgende diktematen gelijk zijn.

In het ondervolgende lijstje voorkomende op blz. 46 van de hier te voren geciteerde Münd. forstl. Hefte vindt men een merkwaardige overeenstemming.

MESSHÖHE M	GEMESSENER DURCHMESSER M	DRITTE POTENZ AUF 5 STELLEN ABGERUNDET	DIFFERENZEN VON M ZU M
3	0.1600	0.00410	
4	0.1562	0.00381	0.00029
5	0.1520	0.00352	0.00029
6	0.1478	0.00323	0.00029
7	0.1435	0.00295	0.00028
8	0.1386	0.00266	0.00029
9	0.1344	0.00238	0.00028
10	0.1280	0.00209	0.00029

De verschillen zijn inderdaad alle nagenoeg even groot.

Wij lieten hier vele boomen onderzoeken, maar kregen nooit

afdoende overeenstemming. Zou men voor de spar van Metzger staan en het onderzoek nog eens herhalen, dan zou men evenmin overeenstemming krijgen.

De dikten zijn gemeten in $^1/_{10}$ mM. Bedriegen we ons niet dan geschiedde zulks met de schaarklem van Lütken, die voorzien is van een nonius welke $^1/_{10}$ mM. aangeeft.

Die nonius is echter als een vlag op een modderschuit aan te zien, want door een lichten druk op de klemarmen bij het klemmen krijgt men meer dan $^1/_4$ cM. d.i. $^{25}/_{10}$ mM. verschil.

De typische boom van Prof. Metzger kan men met een kleine wijziging der maten gebruiken om te bewijzen, dat het onderste gedeelte van den stam een apollonische paraboloïde is, dus dat de verschillen van de tweede machten der opvolgende diameters gelijk zijn.

HOOGTE M.	DIAMETER M.	2DE MACHTEN DER DIAMETERS OP 5 CIJFERS AFGEROND	VAN M. TOT M. VERSCHILLEN
3	0.1600	0.02560	
4	0.1562	0.02440	0.00120
5	0.1523	0.02320	0.00120
6	0.1483	0.02199	0.00121
7	0.1442	0.02079	0.00120
8	0.1400	0.01960	0.00119
9	0.1356	0.01839	0.00121
10	0.1311	0.01719	0.00120

De verschillen hier gevonden zijn nog overtuigender, dan die van Prof. Metzger, want hier is het grootste verschil 2 op de 119 bij Prof. M. 1 op de 28.

Plaatst men nu de diameters afgerond in mM. naast elkaar, dan krijgt men:

HOOGTE M.	DIAMETER METZGER	DIAMETER VAN ONS	VERSCHIL IN DIAMETER IN MM.
3	0.160	0.160	0
4	0.156	0.156	0
5	0.152	0.152	0
6	0.148	0.148	0
7	0.144	0.144	0
8	0.139	0.140	1
9	0.134	0.136	2
10	0.128	0.131	3

Ieder die boomen heeft opgemeten zal moeten toegeven, dat een verschil van 3 mM. op de 128 mM. zeer aannemelijk is, daar de doorsneden der boomen nooit zuiver cirkels zijn en het klemmen op een iets andere plaats, maar op dezelfde hoogte, daardoor dikwijls 5 mM. en meer verschil oplevert.

De door Prof. M. gebruikte berekeningswijze is absoluut ongeschikt om het bewijs te leveren, dat men te doen heeft met een semicubische en niet met een apolonische paraboloïde.

Met nagenoeg dezelfde afgeronde maten kan men aantoonen, dat het onderste gedeelte van den stam zoowel de een als de anderen vorm bezit.

Het mathematisch bewijs is niet te leveren, het onderstuk is geen sem. paraboloïde.

Werkt men met de gemiddelde afsmallingscijfers van Maass en Schiffel, die zijn samengesteld op grond van een zeer groot aantal boomen, dan zal men vinden, dat de verschillen van de derde machten der opvolgende diameters zeer sterk uiteenloopen en dat het onderste gedeelte van de spil nu eens meer de apolonische dan weer meer de semicubische paraboloïde nadert. Van een werkelijke overeenstemming is nooit sprake.

De illusie om de boomen zuiver te cubeeren op grond van basis en hoogte is daarom niet voor verwezenlijking vatbaar.

Het komt ons verder voor, dat Prof. Metzger bij zijne beschouwingen den mechanischen invloed van de wind veel te hoog aanslaat. Wij zijn het geheel eens met Prof. Paul Jaccard[1]), dat het licht meer invloed uitoefent op den groei. De wind kan wel door zijn uitdrogende en afkoelende werking de groei enorm verminderen. De theeplanters op Java weten uit ervaring, dat de jaarlijksche bladoogst van 750 KG. per H.A. gemakkelijk tot 600 KG. kan dalen, indien de tuinen voortdurend aan den wind zijn blootgesteld. Pressler heeft er reeds sterk de aandacht op gevestigd, dat de groei van een stamdeel afhangt van de zich daarboven bevindende bladmassa.

De methode Jonson, die op de theorie van Metzger is opgebouwd, kan nu buiten beschouwing blijven. In een vroegeren jaargang van de „Mededeelingen der L.H.S." toonden wij aan, dat de fout op een enkele stam, die men met de methode Jonson maakt, vrij groot is.

Onze slotconclusie is, dat voor het cubeeren van een enkelen boom ons geen methode bekend is, die even betrouwbare uitkomsten geeft als de sectiemethode.

In het vervolg op dit artikel zullen wij aantoonen, dat laatstgenoemde methode bij den groven den in Nederland zonder veel moeite op den staanden stam kan worden toegepast en dus waar men eene nauwkeurige cubeering noodig heeft de aangewezen methode is.

———

[1]) La forme des arbres est elle vraiment determiné par le vent? Journal forestier suisse 1912.

Wil men den aanwas van een dennenbosch nauwkeurig vaststellen dan zou men feitelijk *alle* boomen aan het begin en aan het einde der gekozen tijdruimte moeten cubeeren, want iedere boom bezit zijn eigen vorm.

Is die periode kort, b.v. 5 jaren dan zou dat cubeeren met zorg moeten geschieden om het gevaar te vermijden, dat de houtmassa oogenschijnlijk inkrimpt. Bij oude boomen is de aanwas dikwijls nog geen %. Maakte men dus bij de eerste opname een fout van +3 % en bij de tweede opname van —3 % dan zou schijnbaar de aanwas bij een werkelijken gemiddelden bijgroei van 1 % zijn $\frac{103 - 105 \times 97}{5} = -0.23$ % per jaar.

Ons is voor Nederland geen bruikbaarder methode bekend voor dat nauwkeurig cubeeren dan de sectiemethode van den staanden boom, maar daarbij moet de stam beklommen worden en is dit een erg tijdroovend werk. Voor een boom van 20 M. hoogte bleek gemiddeld 1¼ uur noodig te zijn.

Werkt men met modelboomen, kapt men die om en cubeert men ze, dan geschiedt dit werk vlugger, maar men is dan helaas door de velling zijn typen kwijt geraakt, en juist aan die typen kan men in de toekomst het zuiverst den aanwas bepalen.

Men moet deze daarvoor hoog in eere houden.

In den beginne hebben wij hier gehoopt met hulp van de optische diktemeter van Kubelka ons doel te kunnen bereiken, maar het bleek alras, dat niet volstaan kon worden met het bepalen van het vormquotient van één standplaats, maar dat op meerdere plaatsen de midden-diameter te meten was en wel op zijn minst van twee loodrecht op elkaarstaande standlijnen af. Het werk werd zoodoende te tijdroovend.

Doelmatiger bleek het, gebruik te maken van het klimapparaat van Forstassessor Zehnpfund. De persoon, die daarmede den stam bestijgt, heeft volkomen vrije beschikking over zijne handen.

Waar de schors van den boom glad wordt, glijdt het apparaat uit, maar daar zijn in den regel takken van voldoende sterkte aanwezig om als steunpunten dienst te doen. Het uiterste topje kan niet beklommen worden maar heeft dit in den regel een zeer gering volumen.

Het kan gecubeerd worden door gebruik te maken van absolute topvormgetallen, bepaald aan gevelde stammen of door het te cubeeren als apollonische paraboloïde en als kegel en voor inhoud aan te nemen de halve som.

Zuiver is deze methode niet, maar de fout, die men zoodoende begaat, is gering, en zal, wanneer de zelfde methode

5 jaar later aan denzelfden stam wordt toegepast van nog geringere beteekenis zijn.

Als voorbeeld van opname en berekening moge hier volgen de cijfers, betrekking hebbende op stam nr. 122 boschafdeeling 19*a* „Mastbosch".

GEMETEN BIJ	DIAMETER		GEMIDD. DIAM.	CIRKEL-VLAKTEN
	O.W.	N.Z.		
D 1	36.7	36.7	36.7	1057.8
D 3	31.2	29.9	30.55	733.0
D 5	28.0	28.2	28.1	620.2
D 7	27.7	26.7	27.2	581.1
D 9	26.0	25.6	25.8	522.8
D 11	23.2	22.6	22.9	411.9
D 13	20.1	20.6	20.35	325.3
D 15	16.5	16.1	16.3	208.7
D 17	7.8	8.2	8.0	50.3
				4511.1
D 18	5.5	5.5	5.5	23.8

Hoogte = 21.02 Meter.
Inhoud tot 18 Meter =
$2 \times 451.11 = 902.22$ dM.³
top 2.99 „
Tot. inhoud 905.21 dM.³
afgerond 905

$\text{top} = \frac{302 \times 23.8}{2} = 3.59$

$\text{top} = \frac{302 \times 23.8}{3} = 2.39$

5.98 =
gemidd. 2.99

De hoogte der boomen werd bepaald met de verbeterde hoogtemeter van Bose, een zeer aanbevelenswaardig instrument voor nauwkeurige opnamen.

Met een boussole of een theodoliet zou men nauwkeuriger kunnen werken, maar de meerdere tijd, die daarvoor noodig is, zou niet gewettigd zijn.

De top der boomen is bijna nooit zuiver loodrecht boven het centrum van den voet van den stam.

Verder beweegt de wind veelal den top tijdens de meting en dan is in een gesloten bosch de top niet altijd scherp uit de omgeving op een vrij grooten afstand te herkennen.

De meting met de Bose werd daarom zooveel mogelijk gecorrigeerd door bij de beklimming met behulp van een meetstok het hoogste gedeelte van den beklommen stam ook nog te meten.

Het kwam meermalen voor dat bij boomen van 20 Meter hoogte tusschen de maten, gevonden met hulp van de Bose en de directe meting, een verschil van 40 c.M. werd gevonden.

Als hoogte werd steeds aangenomen het arithmetisch gemiddelde der beide uitkomsten.

Worden na 5 jaar de zelfde boomen, die op het proefvlak evenals alle andere daarop staande boomen genummerd en op borsthoogte op de plaatsen, waar de klem is aangelegd zijn

gemerkt, hermeten, dan zal het verschil in massa den aanwas geven.

In hoeverre zijn de gevonden cijfers nu betrouwbaar?

Bepaalt men den inhoud van een groven den met behulp van de sectiemethode door de boomen te beklimmen dan krijgt men natuurlijk niet den absoluut juisten inhoud der stammen. Die vindt men nooit, want hoe nauwkeurig de metingsmethode ook moge zijn er kleven steeds gebreken aan.

Op grond van een voorloopig onderzoek nemen wij aan, dat de sectiebeklimmingsmethode een middelbare fout heeft van 1 %.

Vindt men dus voor een boom in één jaar een volumevermeerdering van ¾ % dan zou men dus moeten aannemen:

$$0{,}75\ \% \pm \sqrt{1^2 + 1^2} = 0.75 \pm 1.4\ \%.$$

Op grond van deze uitkomst mag men dus in casu niet concludeeren, dat de boom in volume is toegenomen.

Eerst wanneer voor aanwas gevonden was $1{,}4 \times 3 = 4{,}2\ \%$ zou men bevoegd zijn, met zekerheid (997 tegen 3) te constateeren, dat er aanwas was.

Nu hebben de aanwas bepalingen voornamelijk doel bij oude boomen, en bezitten deze in den regel een aanwas beneden de 1 %.

Met de sectiemethode kan men dus niet bepalen of één boom in één jaar in volume is toegenomen of niet.

De hoogleeraar A. te Wechel is sedert eenige jaren bezig met het nagaan van de toename van den diameter der boomen van dag tot dag en van uur tot uur. Het fijne apparaat, dat daarbij gebezigd wordt zou natuurlijk theoretisch gesproken kunnen worden gebruikt bij 1 — 3 — 5 — 7 enz. Meter boven den grond,en zoodoende de massale aanwas kunnen worden berekend.

In de practijk zal deze weg natuurlijk niet gevolgd kunnen worden.

Hoe groot is de graad van betrouwbaarheid, wanneer men werkt met 100 boomen, die in het begin van het jaar volgens de klimsectiemethode ieder 1 M³. en aan het einde van die periode 1,01 M³. hebben?

Zonder de waarschijnlijkheidsrekening zou men besluiten, dat de aanwas is 101 — 100 = 1 M³. dus 1 %.

Met de W. R. is de uitkomst als volgt:

Aan het einde van het jaar is de houtmassa per boom gemiddeld:

$$1.01\ M^3. \pm 0.0101 \sqrt{\frac{1}{100}} = 1.01 \pm 0.00101 \text{ dus totaal } 101 \pm 0.101\ M^3.$$

Aan het begin van het jaar was de houtvoorraad 100 $\pm$ 0,1 M^3.
De aanwas is dus 1 M^3. $\pm \sqrt{0.1^2 + 0.101^2} = 1 \pm 0.14$.

Werkt men met 3 $\times$ m. f. dan luidt de conclusie: de aanwas ligt tusschen de 1 $\pm$ 0,42 dus tusschen 1,42 % en 0,58 %.

Om de gemiddelde aanwas in één jaar nauwkeurig te bepalen in ongeveer een half % zou men op zijn minst 100 boomen met de sectiemethode moeten cubeeren.

In de praktijk kan men dus zeggen, dat het raadzaam is de aanwas aan kapbare boomen te bepalen over perioden die op zijn minst 5 jaar lang zijn.

Op overeenkomstige wijze rekenende zou men dan vinden:

Aan het einde van de 5-jarige periode heeft de stam 1,05 $\pm$ 0,0105 $\sqrt{\frac{1}{100}}$ inhoud en 100 boomen 105 $\pm$ 1,105 M^3., terwijl aan het begin van de tijdruimte de massa is:

$$100 \pm 1 \sqrt{\frac{1}{100}} = 100 \pm 0.1.$$

De aanwas is ergo in 5 jaar 5 M^3. $\pm \sqrt{0.1^2 \pm 0.105^2}$ = 5 M^3. $\pm$ 0,145 of per jaar 1 M^3. $\pm$ 0,029 zegge 1 M^3. $\pm$ 0.03.

Werkt men met 3 $\times$ m. f. dan krijgt men in ronde cijfers 1 % aanwas $\pm$ 0,1 %.

Om dus na 5 jaar in tiende procent nauwkeurig de aanwas te willen kennen zijn 100 sectie-cubeeringen noodig.

In de practijk wenscht men veelal niet te kennen den inhoud en den aanwas van een enkelen boom, maar wel die van geheele opstanden. Het komt er dus op aan uit een beperkt aantal waarnemingen te concludeeren voor een veel grootere hoeveelheid.

Het gevaar is natuurlijk groot, dat daarbij belangrijke fouten gemaakt worden. Om zulks te vermijden gingen wij in de eerste plaats na hoe de onderlinge verhouding is tusschen individuën in denzelfden opstand.

De heeren Van Pabst en Insinger, grootgrondbezitters in de gemeente Wageningen, hadden de welwillendheid ons toe te staan opmetingen in hunne dennenbosschen te verrichten. (Het is zeer te betreuren, dat de Landbouwhoogeschool alhier niet beschikt over eigen bosschen.) In de vacantie werden verdere opmetingen in het Mastbosch bij Breda verricht.

Er werden o.a. in de jonge dennenbosschen van den Heer Van Pabst 2 proefvlakken gelegd in 9-jarig grove-dennen-plantsoen.

Alle boompjes werden in m.M. over het kruis geklemd op 10 c.M. boven den grond. (1.30 M. zou met het oog op de geringe

dimensiën te hoog zijn) en hunne hoogten met een duimstok gemeten.

Ze werden verder volgens de sectiemethode gecubeerd.

Draagt men als abscissen op de diameters en als ordinaten het aantal boompjes, dat van de verschillende diameters aanwezig is, en vereenigt men de uiteinden dan krijgt men een lijn, die veel overeenkomst biedt met de frequentie kromme.

Prof. Prytz in Kopenhagen (Alg. F. & J. Zeitung 1888, blz. 265 en Prof. Dr. Udo Müller, 2 te Heft blz. 306) heeft van deze overeenstemming gebruik gemaakt om op een eenvoudige wijze de gemiddelde dikte in een opstand te berekenen.

Men zou ook, wanneer bekend is het aantal boomen tusschen boven en beneden 2 maten met hulp van een frequentietafel kunnen uitrekenen hoeveel boomen er in de betrokken boschafdeeling staan tusschen bepaalde maten b.v. tusschen 20—24 c.M., 24—28 c.M.

De uitkomsten zouden evenwel niet zeer betrouwbaar zijn, want van alle hier onderzochte krommen bleek, dat de linkerhelft niet gelijk aan de rechter-helft is. Zie grafiek 1 en 2.

De eerste is steiler dan de laatste.

Waaraan dit toe te schrijven is, is wel een onderzoek waard.

Het gegronde vermoeden ligt voor de hand, dat de ongelijkheid aan het dunnen is te wijten. Neemt men aan dat in een boschafdeeling de normale frequentiekromme aanwezig is op het moment dat men tot dunnen overgaat, dan zullen in hoofdzaak de zwakke, dunne boompjes verwijderd worden en van de dikste geen of slechts een enkele.

De kromme wordt daardoor links steiler dan rechts.

Maar ook zonder dunnen zou zulks in den loop der tijden geschieden, want de achterblijvers, de dunste, gaan in het algemeen het eerste dood.

De besparing aan tijd door à la Prytz niet te klemmen, maar de diameters te schatten in de drie rubrieken (beneden, tusschen en boven 2 aangenomen dikte-maten) is niet groot, want wil men betrouwbare uitkomsten dan moet men de boomen toch merken en kan de persoon, die schat, gemakkelijk even klemmen.

Proeven in het Edesche bosch genomen met het eenvoudig tellen der stammen leverden geen bevredigende resultaten.

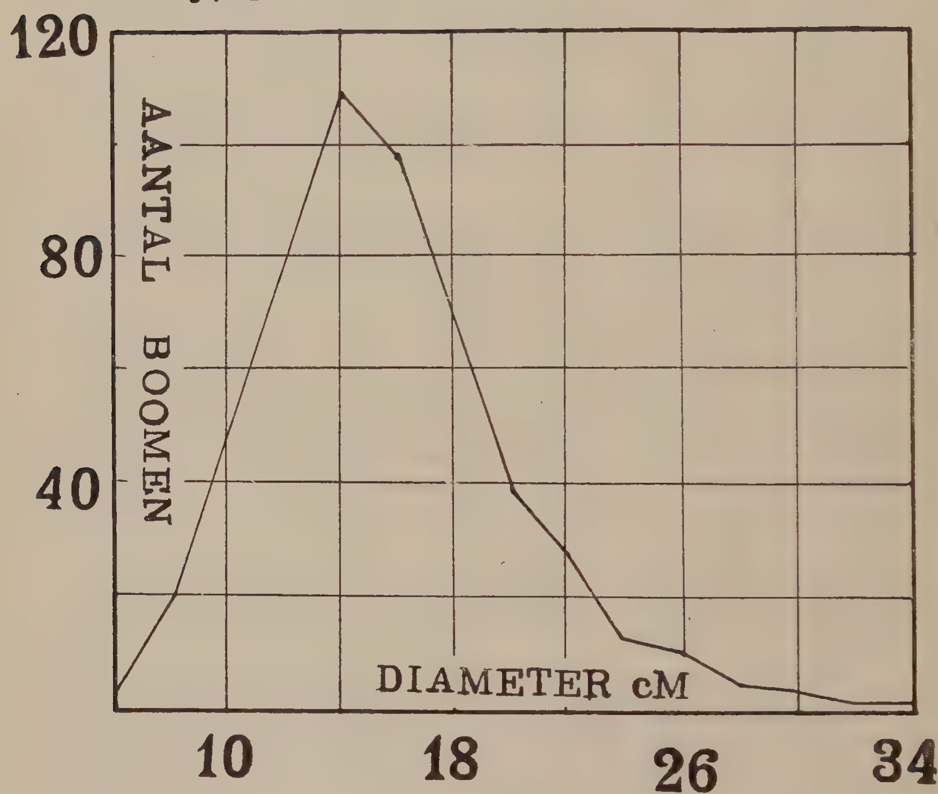
Wil men geen boomen overslaan of dubbel tellen, dan bleek het noodig telkens een touw te spannen, maar ging daardoor een belangrijk deel van de tijdsbesparing verloren.

Voor taxatorische doeleinden kan men volstaan met het

KEYENBERG I EN II WAGENINGEN

DOUGLASDENNEN IN 2 cM.

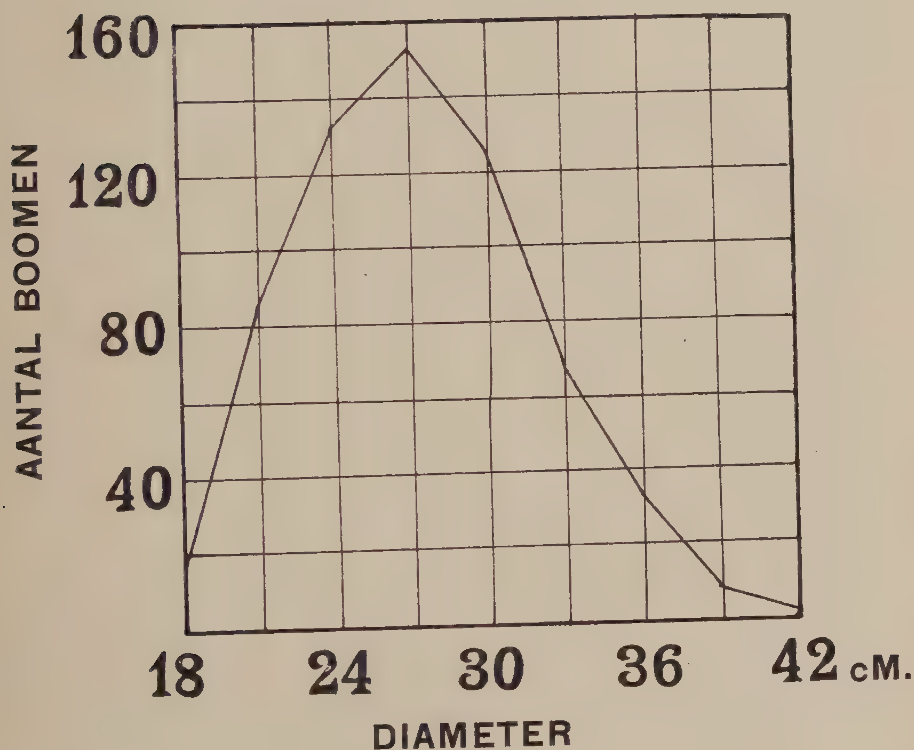
№1.



AFGEBRANDE BOSCH WAGENINGEN

DIAMETER IN 3 cM. KLASSEN

№ 2.



schatten van den gemiddelden diameter en krijgt men daarbij zeer bevredigende resultaten, wanneer men slechts zorgt, het op een rationeele wijze te doen.

Laat men een beginneling schatten het aantal boomen, de gemiddelde dikte en de totale circelvlakte dan brengt hij daarvan niet veel terecht.

Hij moet vooral weten tusschen welke maten de totale cirkelvlakte bij een bepaalde houtsoort en op een gegeven leeftijd zich beweegt.

Met hulp van den regel van Weise kan hij de gemiddelde dikte vinden, door de dikte van 20 boomen onder elkaar te noteeren en wel de dunste boven aan, de dikste onderaan.

No. 8 van beneden geeft dan de gemiddelde dikte aan. Het aantal boomen per H.A. wordt afgeleid uit de telling van het aantal op 2 Are.

Door vermenigvuldiging van de doorsnede van den middenboom met het geschatte aantal boomen per H.A. moet men de geschatte cirkelvlakte per H.A. krijgen. Vindt men een groot verschil, dan schat men de drie factoren nog eens.

Blijft er dan nog een kleine differentie over dan brengt men een geringe correctie aan de cijfers aan.

Het volgend voorbeeld moge de zaak verduidelijken.

1e schatting: 1500 boomen, gemiddelde dikte 19 c.M., totale cirkelvlakte 30 M².

Berekening: $1500 \times 19^2 \frac{\pi}{4} = 42{,}5$ M².

Herschatting: 1000 boomen gemiddelde dikte 19 c.M., totale cirkelvlakte 30 M².

Berekening $1000 \times 19^2 \frac{\pi}{4} = 28{,}4$ M².

Neem aan 1100 boomen, gemiddelde dikte 19 c.M. totale cirkelvlakte 29 M².

Er werd gevonden 1056 boomen met een gemiddelde dikte van 18,6 c.M. en 28,97 M². cirkelvlakte.

Voor wetenschappelijke onderzoekingen kan men natuurlijk een schattingsmethode, die uit den aard der zaak ruw is, niet gebruiken.

Alle boomen in een opstand te cubeeren zou te veel tijd kosten. Het ligt dus voor de hand, dat men gaat werken met modelboomen. Deze moeten voor bepaalde groepen als betrouwbaar type gelden, dus de gemiddelde dikte, hoogte, het gemiddelde vormgetal en ergo de gemiddelde inhoud van de groep bezitten. Wat de gemiddelde dikte aangaat, kan aan deze eisch gemakkelijk worden voldaan, doordat het weinig moeite

kost alle boomen op borsthoogte te klemmen en daaruit hun gemiddelde diameter te berekenen. Moeilijker valt het de gemiddelde hoogte vast te stellen, want zooals reeds te voren opgemerkt is, is dat meten lang niet zoo nauwkeurig, kost veel meer tijd en zijn in gesloten opstanden slechts weinig toppen van boomen te zien.

Nog bezwaarlijker is het gemiddelde vormgetal voor een diktetrap of dikteklasse te bepalen. Het oude voorschrift luidde, dat de modelboom van „mittlere Beschaffenheit" moest zijn.

Als student hebben wij in 1877 in Oost-Pruisen medegewerkt aan het opnemen van dennenbosschen, die gediend hebben voor de samenstelling van de opbrengsttafel van Weise. We zagen daarbij spoedig in, dat de voorgeschreven methode van opneming niet betrouwbaar was.

Het is zeer gemakkelijk van het katheder af te bepalen, dat gezocht moet worden naar boomen van „mittlere Beschaffenheit," maar in de praktijk blijkt dat voorschrift een holle phrase te zijn, want men kan geen enkele boom zich scherp voor den geest halen en is het dus een onmogelijkheid zonder bepaling van de hoogten en de vormgetallen te constateeren, of een bepaald uitgekozen individu den gemiddelden vorm bezit.

Slaat men de Ertragstafeln für die Kiefer van Weise (Berlin 1880) op, draagt men graphisch de hoogten der modelboomen op, en vereenigt men daarbij de verkregen punten, dan krijgt men bijna steeds een op en neer gaande lijn. Nu eens is de modelboom dus vermoedelijk te hoog dan weer te laag geweest. Grafiek 3 geeft het beeld der eerste 10 opstanden uit Weise (pag. 17). Men bespeurt met één blik dat geen enkele hoogte lijn een rationeel verloop bezit.

Helaas kon niet voldaan worden aan ons verzoek om ons te verstrekken de inhouden der Weise'sche modelboomen. Wij zijn er vast van overtuigd, dat daaruit de zelfde anomalie zou blijken.

Bij de berekening van de totale houtmassa op de proefvlakken is uitgegaan van de evenredigheid: de cirkelvlakte van den proefboom staat tot die van de klasse gelijk de inhoud van den proefboom staat tot den inhoud van alle boomen in de klasse. Een foutieve proefboom doet dus zijn inhoud op de *geheele klasse* gelden, m.a.w. vergroot de fout sterk.

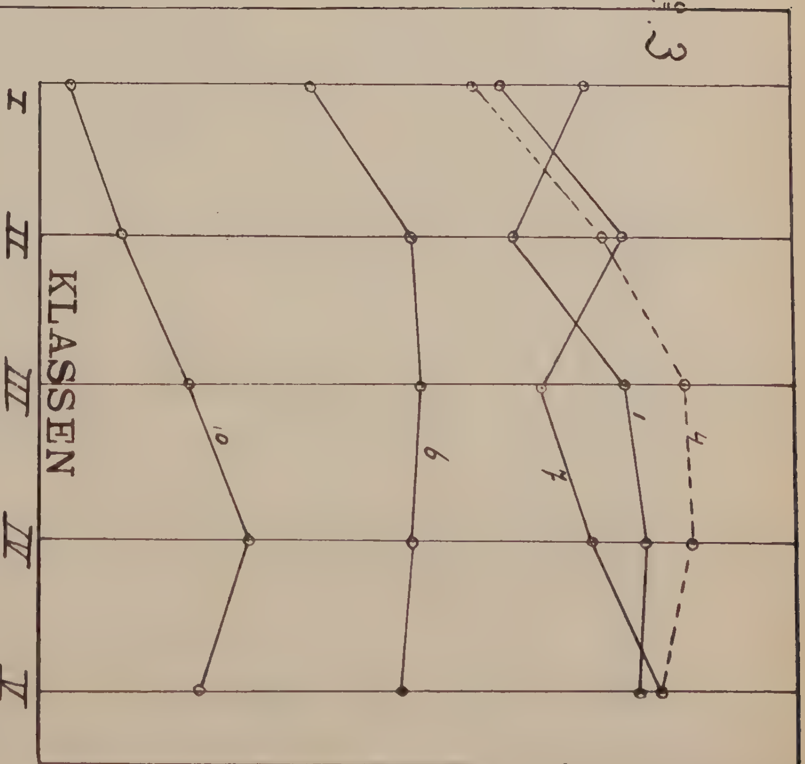
De opnamen van Weise waren wel te gebruiken geweest, zoo men de gevonden gegevens graphisch had vereffend.

Wij sloegen in 1879 op Java bij de opname van een djatibosch reeds dien weg in, maar beschikten toen over te weinig cijfers en te weinig ervaring om betrouwbare resultaten te ver-

Nº. 3

HOOGTEN DER KLASSEN MODELBOOMEN VAN DE 1-10
PROEFVL. WEISE KIEFER PAG. 17

I II III IV V
KLASSEN
METERS
15 35
8 3 9 5 2



krijgen. Prof. Dr. Schwappach heeft mede blijkbaar ingezien, dat de methode door Weise gevolgd niet correct was. In zijn publicatie: Wachsthum und Ertrag normaler Kiefernbestände in der norddeutschen Tiefebene. Berlin 1889 pag. 4, uit eerstgenoemde zich als volgt: „Infolge dieses Umstandes konnten von mehreren älteren Flächen nur die jetzigen Aufnahmen benutzt werden, da sich bei näherer Untersuchung herausstellte, dass auffallende Differenzen zwischen beide Aufnahmen meist durch ungenügende Probestammfällung in den Jahren 1876/78 und *ungünstige Auswahl* [1]) auch nur eines einzigen Probestammes, namentlich wenn dieser den stärkeren Klassen angehörte, veranlasst wurden."

Op pag. 6 heet het: Nach Ausscheidung der wegen ungenügender „Probestammfällung" zweifelhaften früheren Aufnahmen standen noch die Resultate der in Tabelle I verzeichneten 212 Erhebungen zur Verfügung.

Primitief waren er 396 proefvlakken, dus bij revisie bleek maar de helft bruikbaar te zijn.

In het Zeitschrift für Forst & Jagdwesen Sept. 1891 releveert Prof. Dr. Schwappach, dat Forstrath Weise zelf reeds in 1887 [2]) het Probestammverfahren, zooals het door de vereenigde Boschproefstations in Duitschland was voorgeschreven, veroordeelde.

Van de 59 oude proefvlakken vertoonden slechts 10 een aanwas, die minder dan 10 % afweek van die der opbrengsttafels!

„Ein ganz erheblicher Bruchteil unser bisherigen Untersuchungen auf Durchforstungs- und Streu-nutzungsflächen kann deshalb nicht als einwandfrei betrachtet werden".

Schwappach heeft den volgenden weg voorgeslagen.

1. Alle boomen op de proefvlakken worden genummerd.
2. De diameter wordt op borsthoogte door klemming over het kruis in m.M. verkregen en de plaatsen, waar de klem den boom raakt, gemerkt.
3. Uit de opmeting van een groot aantal hoogten wordt graphisch afgeleid het verband tusschen hoogte en dikte.
4. Het vormgetal wordt bepaald door velling van een groot aantal proefboomen.
5. De dikhout massa wordt bepaald uit de proefboomen, daarbij wordt aangenomen, dat zij de gemiddelde dikte van de klasse bezitten benevens de grafisch vereffende gemiddelde hoogte en het gemiddelde vereffende dikhout-vormgetal.

---

1) De cursiveering is van ons.
2) Aus dem Walde 1887 p. 101 en pag. 105.

Er worden voor de 400 dikste boomen op het proefvlak groepen van 100 boomen gevormd, voor de volgende 600 boomen id. groepen van 200 boomen en voor de rest groepen van 400 stuks. Schwappach erkent, dat de grootste moeilijkheid bestaat in het juist bepalen van het vormgetal.

„Wenn nur wenige Probestämme gefällt werden, wie dieses bei alten Beständen aus den verschiedensten Rücksichten der Fall ist, so kann ein einziger Stamm mit abnorm hoher oder niedriger Formzahl die Richtigkeit der ganzen Aufnahme auf das schwerste beeinträchtigen. Kommen dann bei Wiederholung der Aufnahmen gar Abweichungen im engegengesetzten Sinn vor, *dann werden die Resultate vollig unbrauchbar.*[1])

„Wegen dieser Misstände hat man schon vorgeschlagen an den Probestämmen nur Kreisfläche und Höhe zu bestimmen, die Massenermittelung aber mit Hülfe der Massentafeln durchzuführen. Bei den in der bisherigen Weise behandelten Durchforstungs Streuversuchs-Flächen bleibt allerdings öfters kein anderer Weg, um die bisherigen Aufnahmen benutzen zu können. Richtig ist aber dieses Vorgehen deswegen nicht, weil so die Individualität der einzelnen Bestände unberücksichtigt bleibt, während doch thatsächlich sowohl Bestände mit sehr hoher Formzahl wie solche mit sehr niederer Formzahl vorkommen. Bei Untersuchung über den Einfluss waldbaulicher Operationen kommt noch weiter der Umstand in Betracht, dass durch diese die Formzahl auf den einzelnen Unterflächen in verschiedener Weise beeinfluszt wird, ausserdem besitzen wir für verschiedene Holzarten überhaupt noch keine genügende Ermittelungen über Grösse und Verhalten der Formzahlen. Aus alle diesen Gründen muss daran festgehalten werden, dass die Formzahl des konkreten Bestandes auch bei der Massenermittelung wirklich zu Grund gelegd wird.

„Das sicherste Mittel zur Beseitigung des Einflusses einzelner abnormer Formzahlen besteht in der Benutzung möglichst zahlreicher Probestämme. Die im Arbeitsplan vorgesehene Zahl von fünf Probestämmen dürfte als das Minimum zu betrachten sein, auf welches man sich nur in den zwingendsten Fällen beschränken sollte, zehn Probestämme sind auch in Altbeständen als Regel zu betrachten.”

Die an den Probestämmen ermittelten Formzahlen bedürfen alsdann noch einer Ausgleichung, deren Methoden wahrscheinlich nach Holzarten verschieden sein musz.[2])

---

1) De cursiveering is van ons.
2) Danckelmann’s z. f. F. u. J. 1891, p. 522.

Een onzer eerste werkzaamheden was na te gaan het verband tusschen de verschillende factoren, die de houtmassa der dennenboomen in Nederland beheerschen.

Voor dat doel werden de correlatiefactoren berekend en de graphische voorstellingen Nr. 4 t.m. 16 gemaakt.

Met een blik ziet men op de graphische voorstelling Nr. 4, dat bij dunne boomen de vormgetallen van gelijk dikke exemplaren sterk uiteenloopen. Men kan concludeeren, dat dennen uit eenzelfde boschafdeeling bij een dikte b.v. van 26 cM., spilvormgetallen bezitten, die variëeren tusschen 0,37 en 0,52.

Neemt men dus aan, dat het vormgetal van den willekeurigen proefboom het ware is voor zijn klasse, dan kan men een groote fout begaan.

Heeft men talrijke vormgetallen bepaald en wil men die graphisch vereffenen dan overziet men nog beter het gevaarlijke pad, waarop men zich beweegt. Men verkeert totaal in het duister of de vereffeningslijn recht of krom moet getrokken worden, of zij moet stijgen of dalen.

Uit de correlatie factor —0,254 behoorende bij grafiek nr.4 kan men afleiden, dat met het toenemen van de diameter het vormgetal afneemt, maar dat het verband tusschen beide factoren uiterst ongewis is.

Uit de grafiek nr. 5 is wel te concludeeren, dat met toenemende dikte het spilvormgetal bij kleine dennenboomen, *afneemt*. De correlatie factor daarbij is —0.677.

In het Danckelmann's Z. f. F. & J. 1891 blz. 468 trekt Forstassessor Fricke de slotsom, dat van af den 60 jarigen leeftijd bij den beuk het dikhoutvormgetal per 10 jaar met 0,010 *toeneemt*.

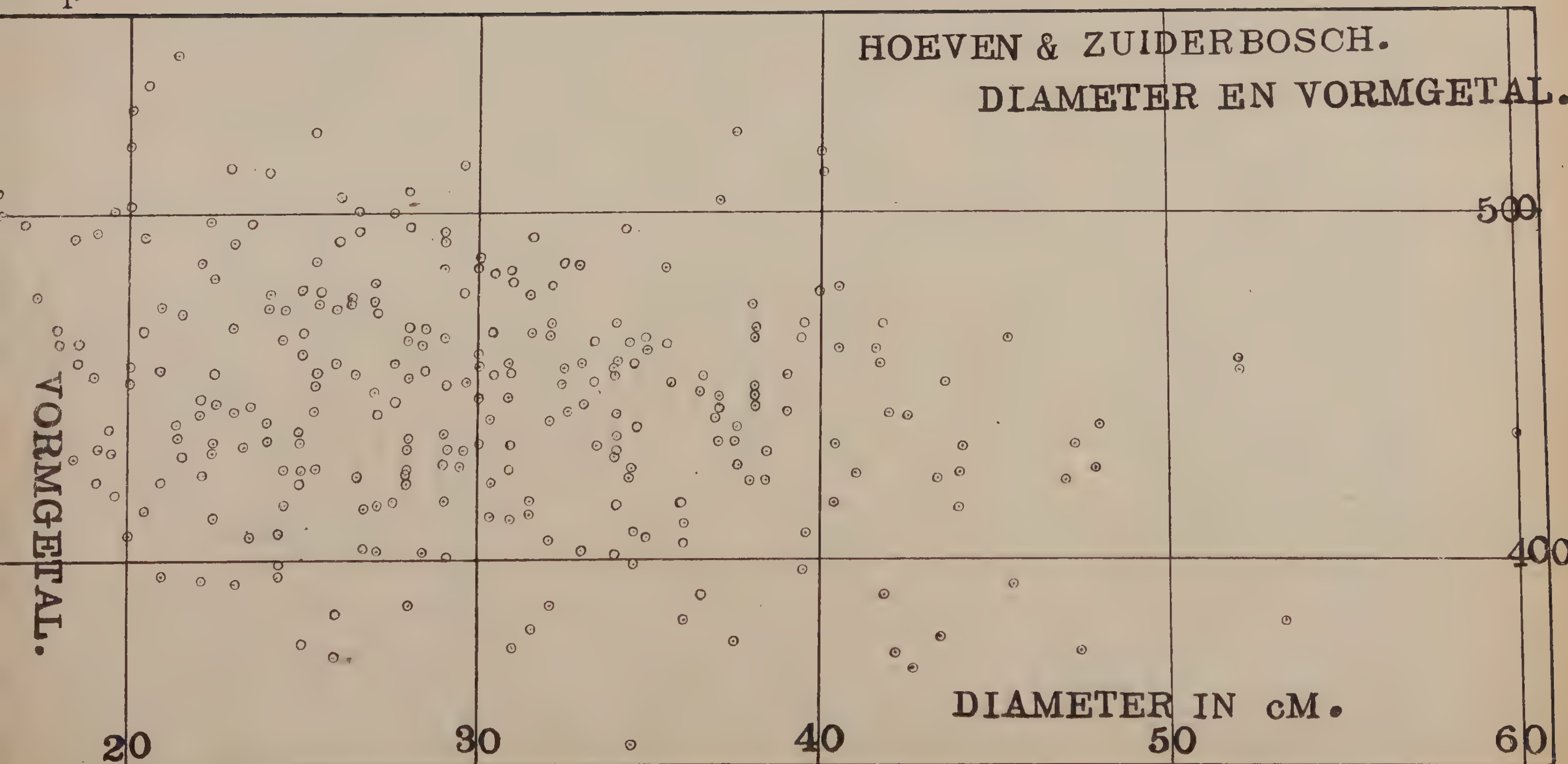
Meer en betrouwbaarder verband bestaat er blijkbaar tusschen diameter en hoogte der grove dennen, maar ook dit laat bij zware boomen te wenschen over.

Bij de jonge dennen van Pabst was de correlatiefactor tusschen diameter en hoogte + 0.842. Bij de zwaardere boomen in de Hoeven daalde de correlatie tot 0.495.

Uit de grafieken nr. 6 en 7 ziet men tevens, dat het verband zeer onzeker is.

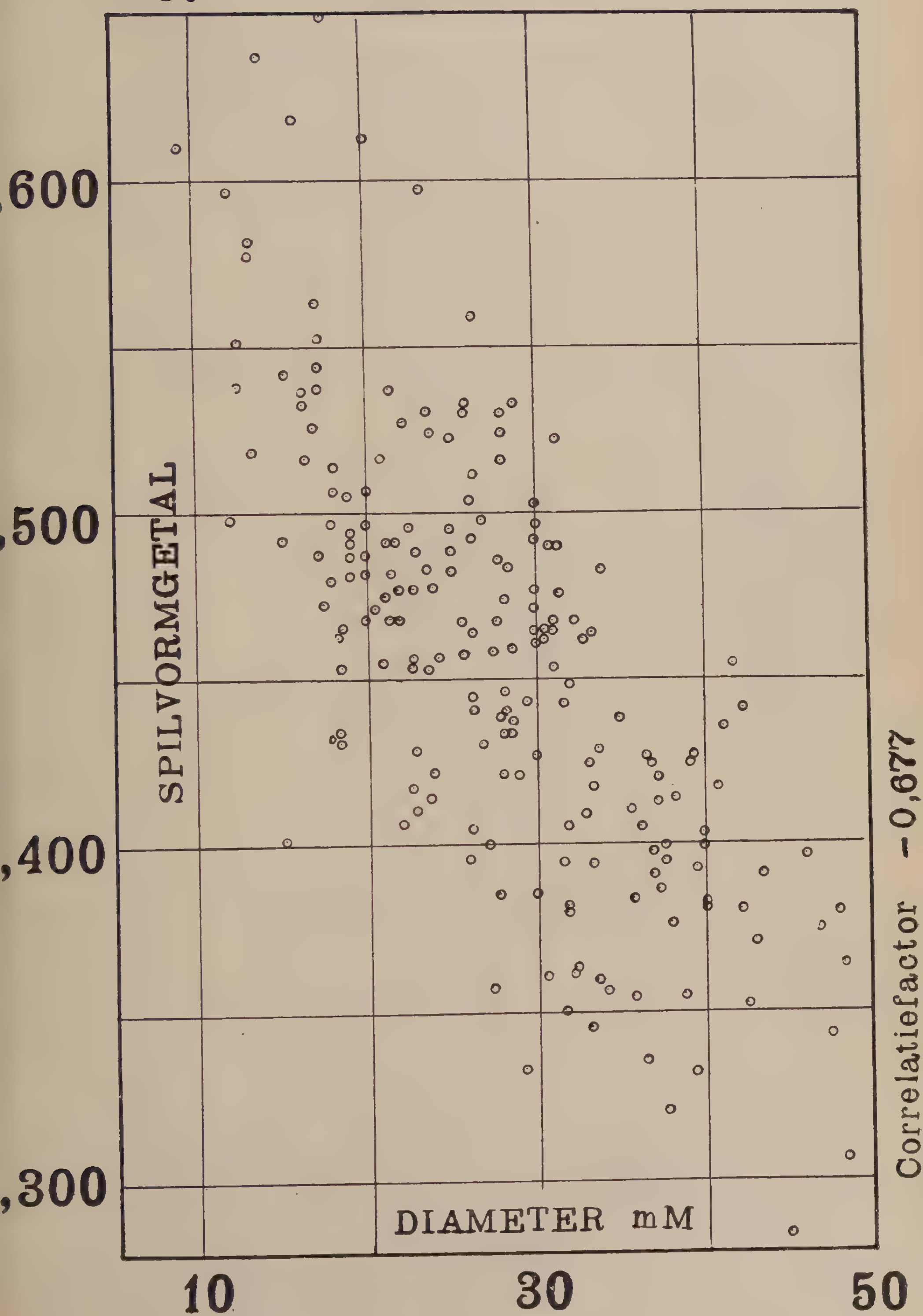
Evenmin werden gunstige resultaten verkregen bij het opsporen van het verband tusschen hoogte en vormgetal. Zie grafiek nr. 8 en nr. 9 met correlatie factoren respectievelijk —0.223 en —0.491.

Grafieken nr. 10 en nr. 11 en nr. 12 geven weer het verband tusschen diameter en cylinderhoogte (d. i. hoogte × spilvormgetal). Ze zijn evenmin bruikbaar.



º 4
HOEVEN & ZUIDERBOSCH.
DIAMETER EN VORMGETAL.
500
400
VORMGETAL.
DIAMETER IN cM.
20
30
40
50
60

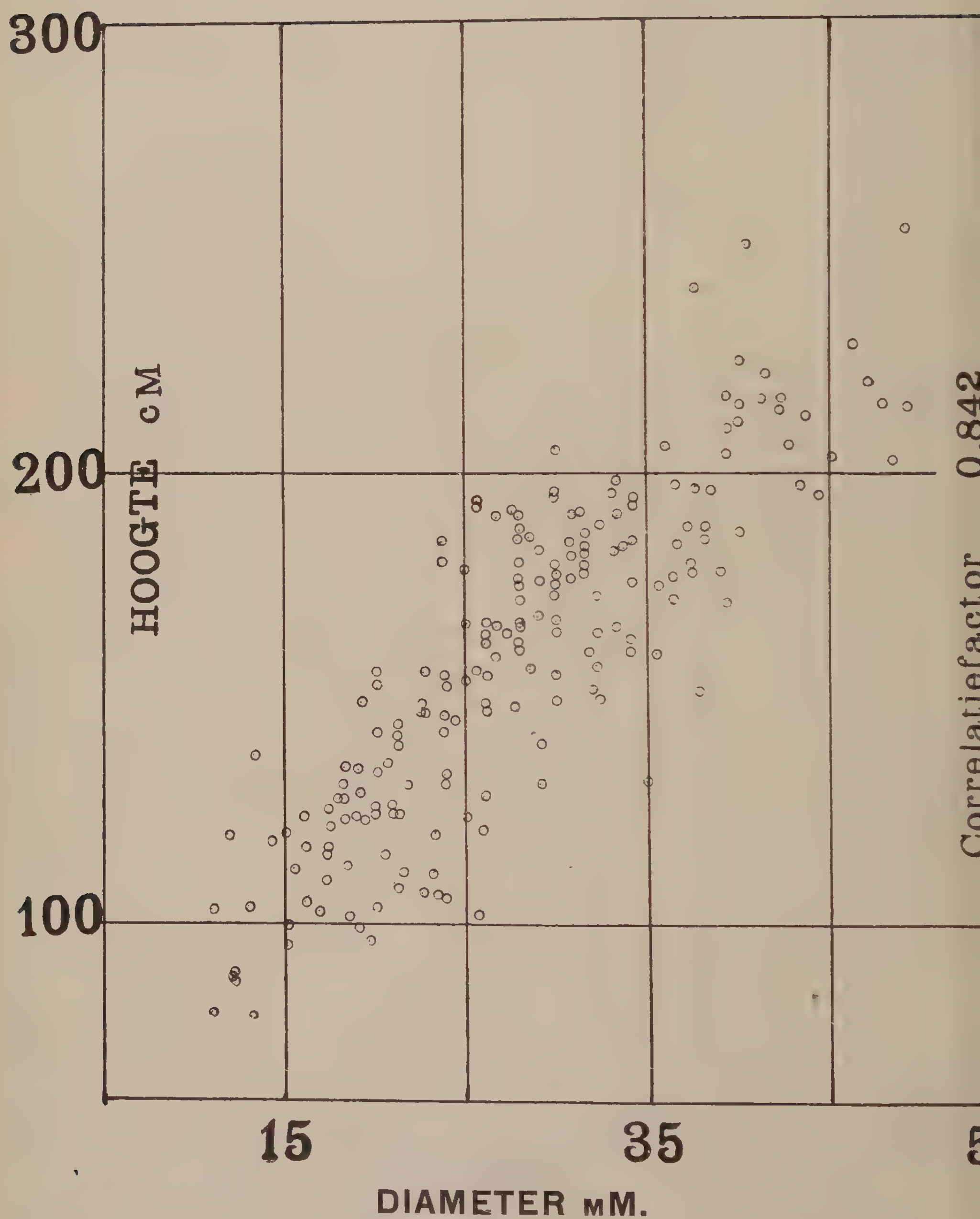
№5.

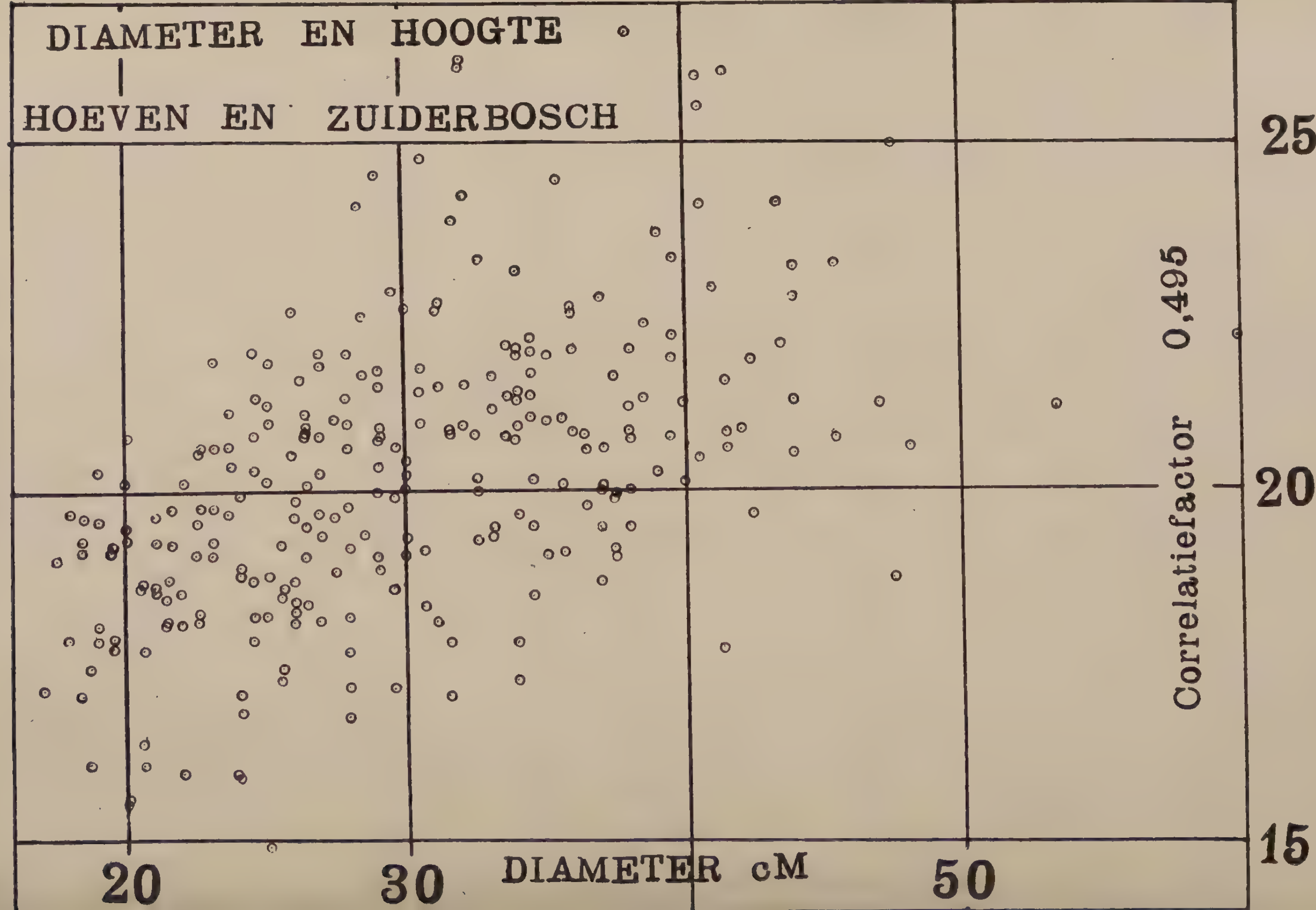

,600
,500
,400
,300
SPILVORMGETAL
DIAMETER mM
10
30
50
Correlatiefactor −0,677

VAN PABST.

DIAMETER EN HOOGTE

№ 6





№7.
DIAMETER EN HOOGTE
HOEVEN EN ZUIDERBOSCH
HOOGTE M
DIAMETER cM
20
30
50
15
20
25
Correlatiefactor 0,495

№ 8.

HOEVEN EN ZUIDERBOSCH.

SPILVORMGETAL

0,50

0,42

0,38

HOOGTE

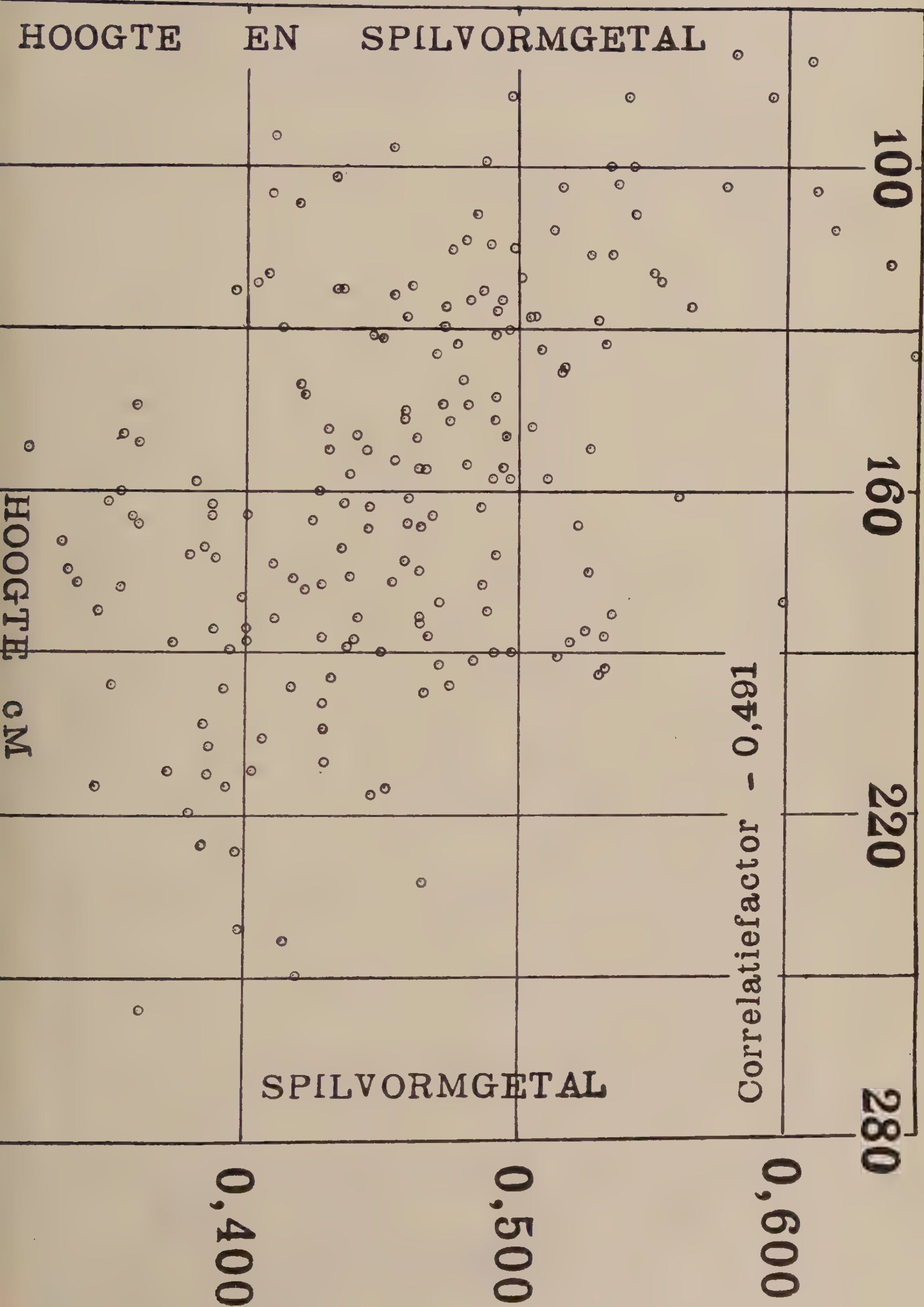
18

22

26 M

Correlatiefactor - 0,223

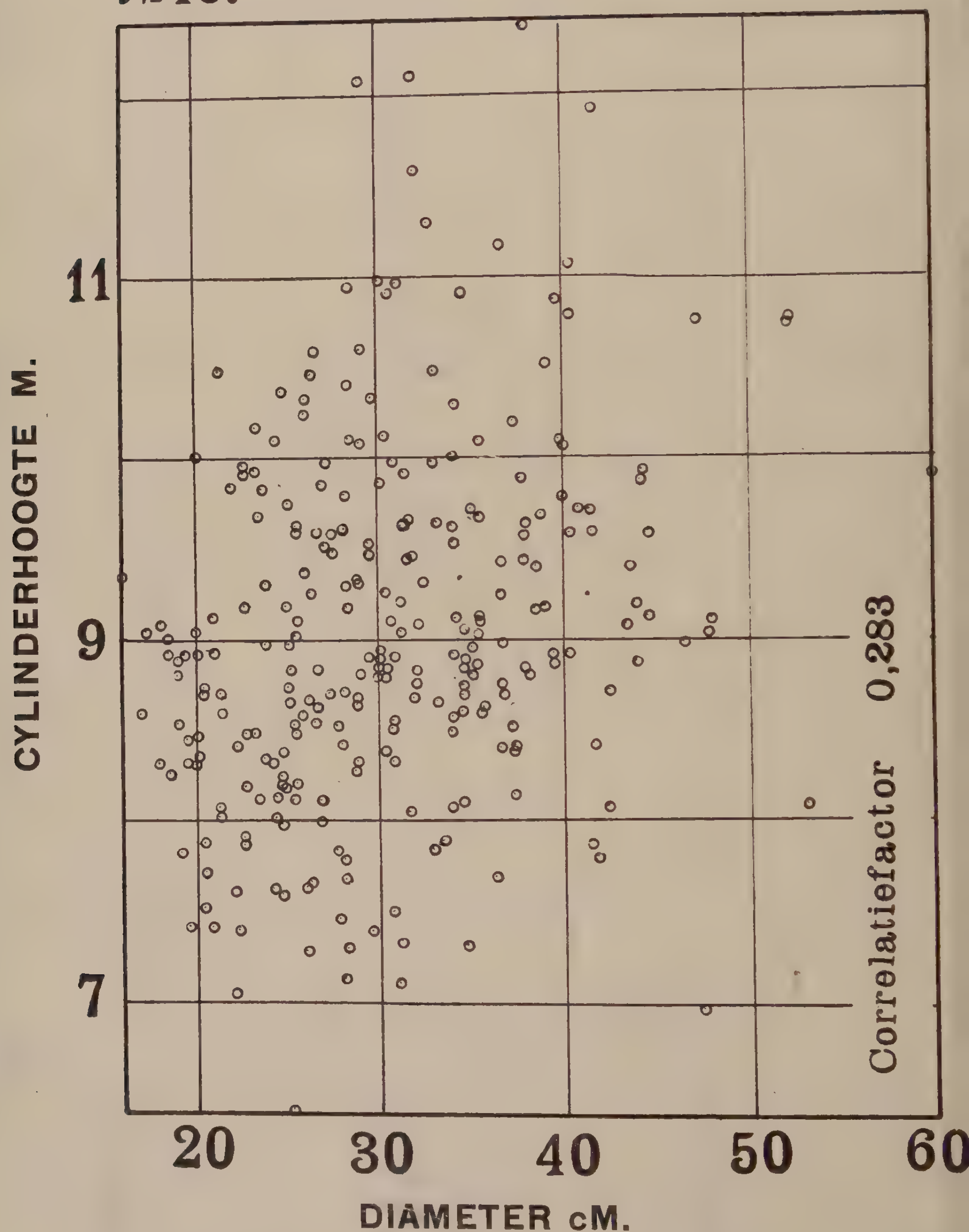
№ 9. VAN PABST.


HOOGTE EN SPILVORMGETAL
100
160
220
280
HOOGTE cM
SPILVORMGETAL
Correlatiefactor - 0,491
0,400
0,500
0,600

HOEVEN EN ZUIDERBOSCH

DIAMETER EN CYLINDERHOOGTE

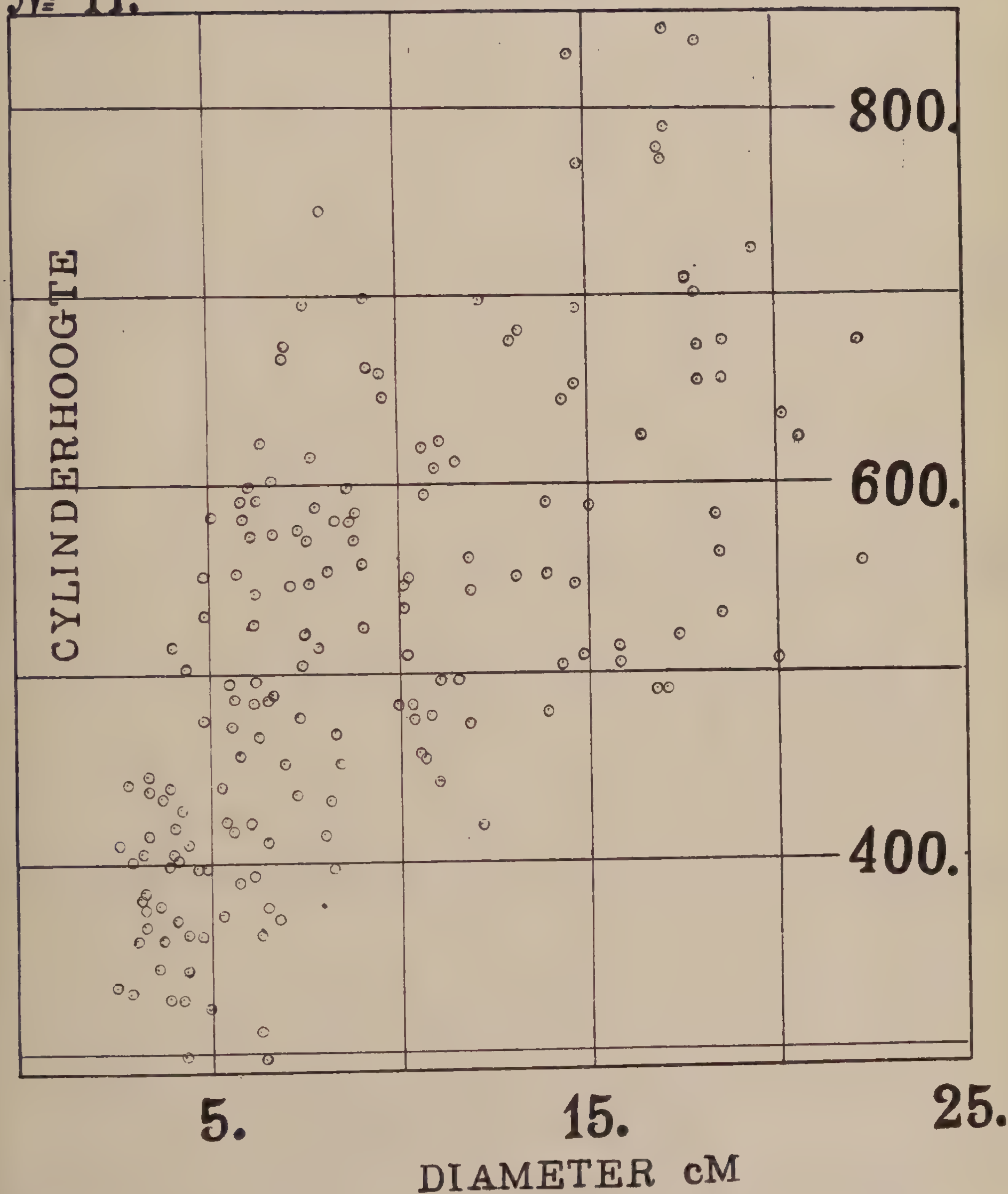
№10.



DIAMETER EN CYLINDERHOOGTE

INSINGER

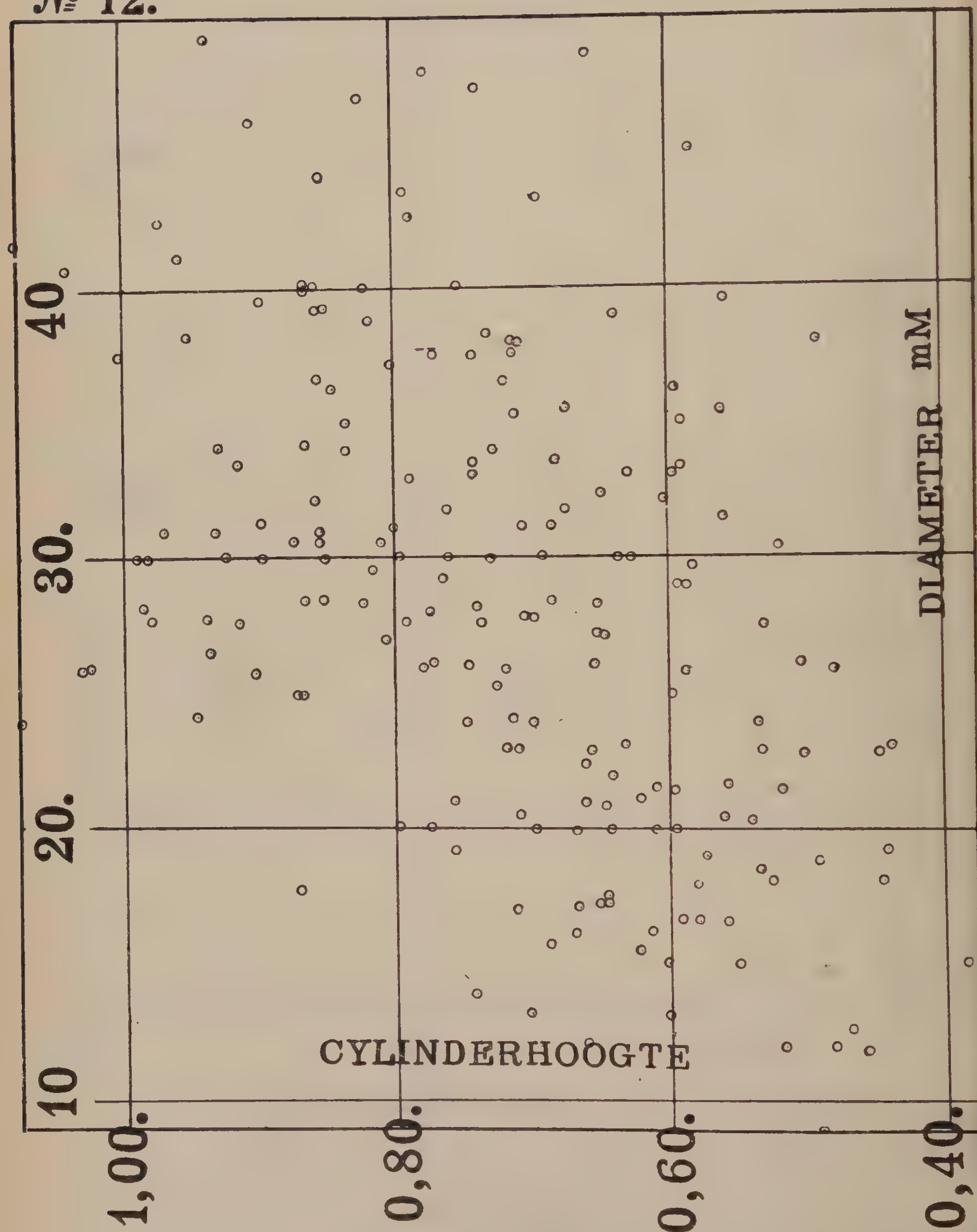
№ 11.

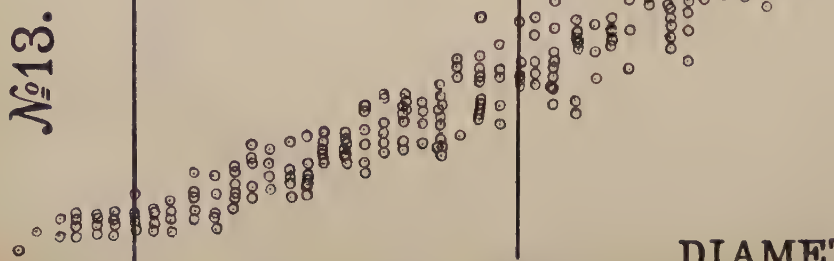
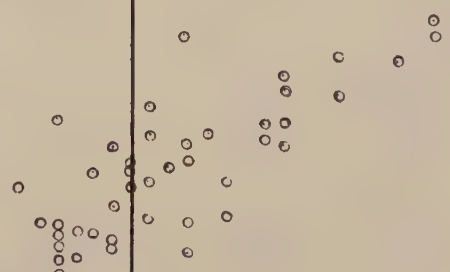


DIAMATER EN CYLINDERHOOGTE VAN PABST

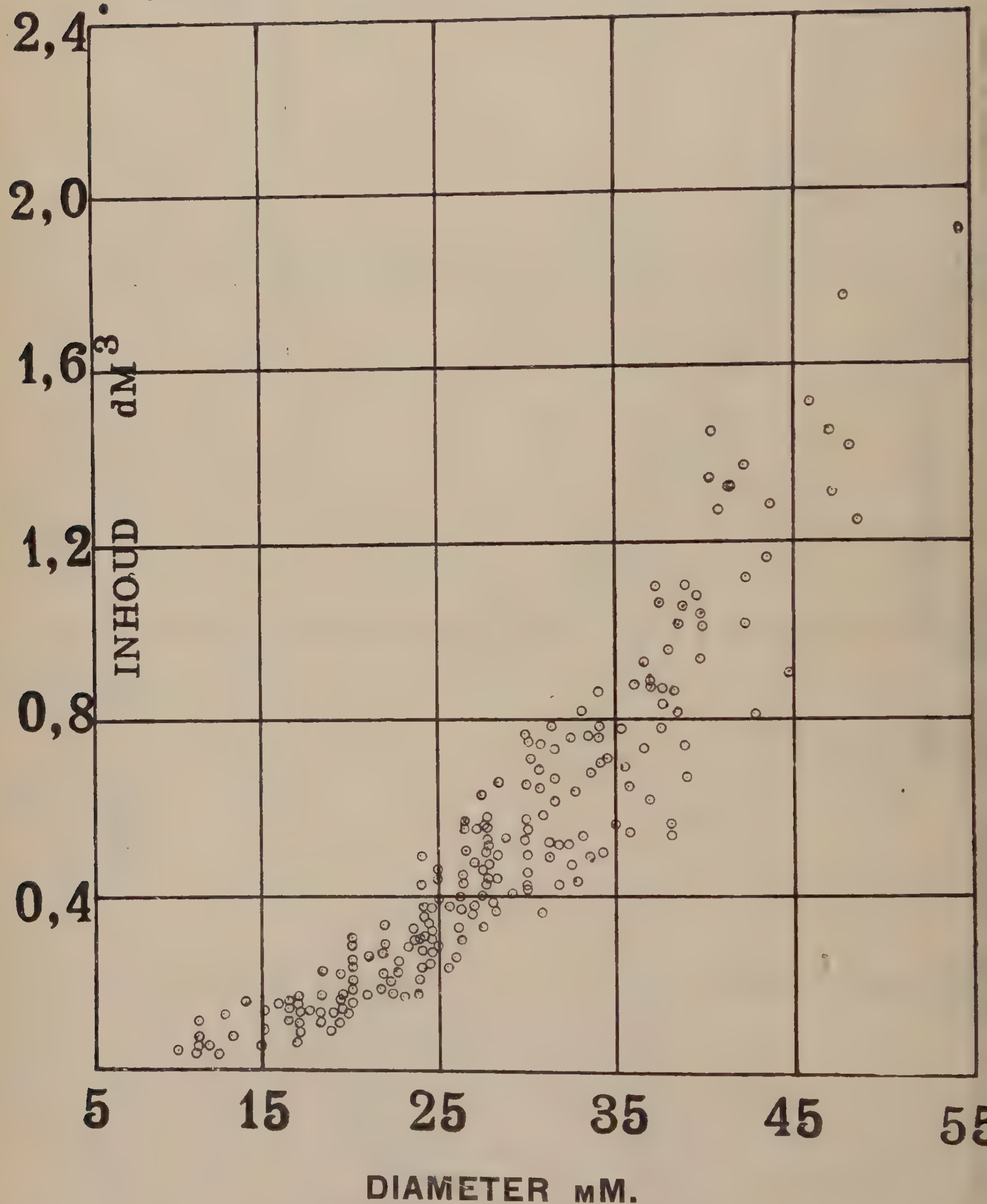
Correlatiefactor 0,493

№ 12.





№13.
HOEVEN EN ZUIDERBOSCH.
Correlatiefactor 0,956
INHOUD M3
DIAMETER cM
2.8
2
1
20
30
40
50

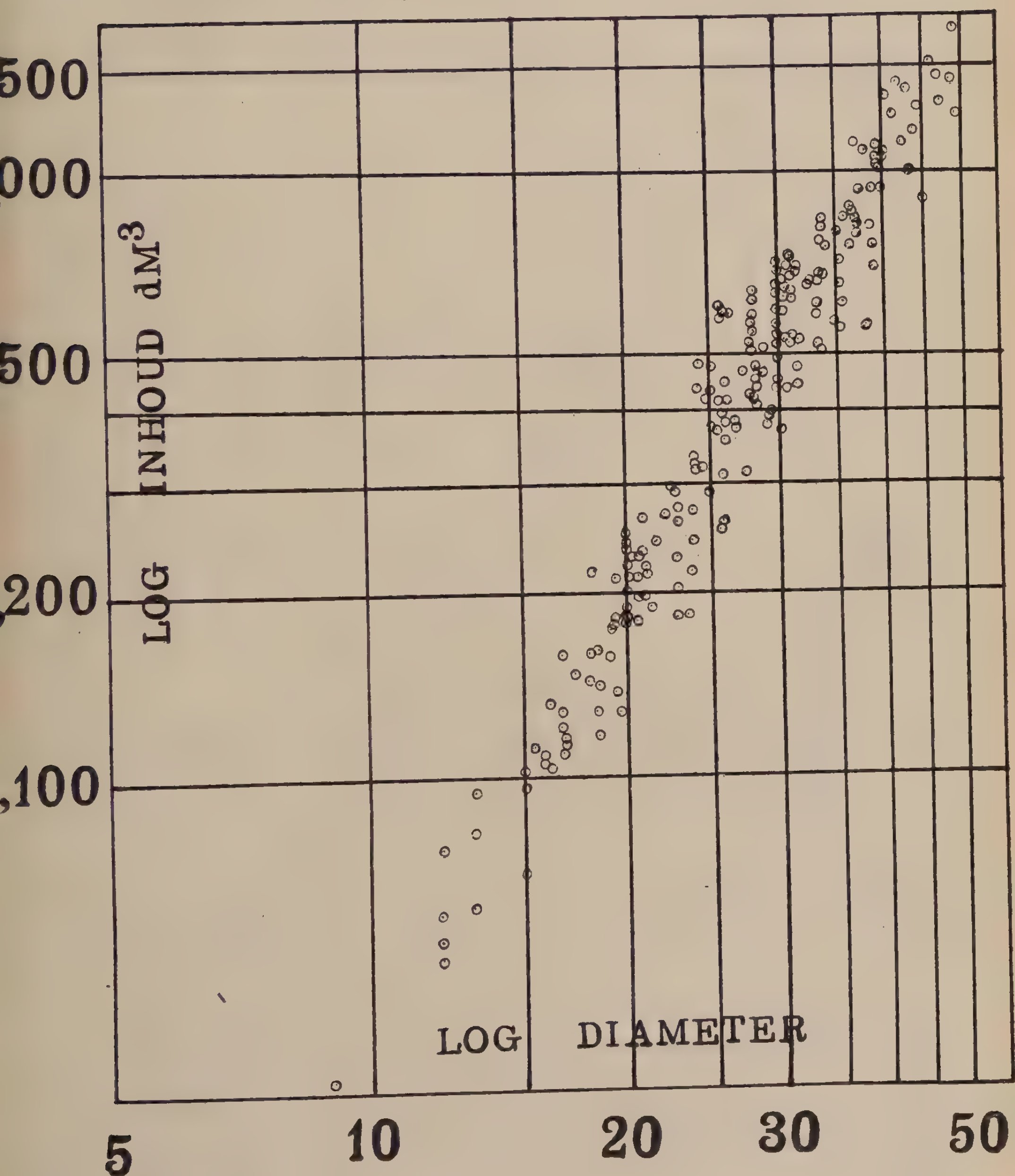
VAN PABST



№14.
Correlatiefactor 0,913
2,4
2,0
1,6
1,2
0,8
0,4
INHOUD dM3
5
15
25
35
45
55
DIAMETER мM.

VAN PABST

№15. Correlatiefactor 0,984



№ 16.

HOEVEN EN ZUIDERBOSCH.

Correlatiefactor 0,996

LOG INHOUD

2.0
1.5
1.0
0.5

LOG DIAMETER

20 30 40 50

Grafiek nr. 13 en nr. 14 wijzen aanstonds den weg, die men uit moet. Men ziet daarop, dat er een goede correlatie bestaat tusschen diameter en inhoud. De correlatiefactor werd steeds gevonden te zijn grooter dan 0.91. Had men 1 gevonden, dan zou dat beteekenen, dat de verhouding van dikte en spilinhoud bij alle dennen volkomen dezelfde is.

Het volgende overzicht verduidelijkt de zaak.

CORRELATIECOËFFICIËNTEN

Aantal boomen / Bosch — correlatie tusschen	154 Afgebr. Bosch.	276 De Hoeven + Zuiderb.	200 v. Pabst	165 Zand-bosch.	120 De Hoeven	105 Zuider-bosch.	171 De Hoeven	152 v. Pabst klassen $\frac{D}{H}$
D & H	0.574	0.495	0.842		0.653			
D & I	0.954	0.956	0.913	0.927	0.925	0.965	0.953	
D & V	—0.425	—0.254	—0.677		—0.246		—0.262	—0.561
D & Hc	0.383	0.283						
D & V	—0.507	—0.223	—0.491					
V & Q_2	0.805	0.743	0.825				0.677	

Ter opheldering diene, dat:

D beteekent dikte op borsthoogte.
H „ hoogte.
I „ Spilinhoud.
V „ Spilvormgetal.
Q_2 „ Vormquotient, d.w.z. $\frac{\text{diameter op halve hoogte.}}{\text{diameter op borsthoogte.}}$
Hc beteekent Cylinderhoogte, d.i. hoogte × spilvormgetal.

Men kan in de grafieken nr. 13 en 14 de verschillende punten vervangen door een bolle lijn, die dan aangeeft de gemiddelde spilinhouden bij bepaalde diameters.

Nu is dat trekken van kromme lijnen uit de hand een weinig betrouwbare zaak. Twee personen, die dit werk verrichten, zullen nooit dezelfde lijnen krijgen.

De zaak wordt veel eenvoudiger door inplaats van de diameters en de inhouden hunne logarithmen op te dragen.

Op de grafiek nr. 15 en nr. 16 ziet men, dat nu de punten vervangen kunnen worden door rechte lijnen, waarbij de correlatie-factoren zijn 0,984 en 0,996. Maar ook deze vereffening zal aan nauwkeurigheid te wenschen overlaten.

Het is een ware uitkomst, dat men de vereffening met hulp van de methode der kleinste quadraten veel nauwkeuriger kan doen plaats vinden.

Bij de doorboring van den Gothard-tunnels, die op sommige plaatsen een schroefvormige gedaante bezit, verkreeg men door gebruik te maken van die methode schitterende resultaten. Het verschil in richting bij het doorboren van twee kanten bedroeg slechts volgens de eerste meting 0.49 Meter en volgens de tweede meting 0.33 Meter (Jordan, Handbuch der Vermessungskunde II p. 696).

Had men de lijn van beide kanten graphisch op de teekening uitgezet en had men daarop geboord, dan ware het zeer waarschijnlijk geweest, dat de beide sectie's aan elkaar zouden zijn voorbij gegaan zonder elkaars aanwezigheid te vermoeden.

Zij die meenen, dat men langs graphischen weg evengoed zijn doel kan bereiken dan door berekening, doen goed de eerstgenoemde methode te beproeven op het volgend vraagstuk.

In 1801 ontdekte Piazzi te Palermo de planeet Ceres en nam hem gedurende 41 dagen waar.

Gevraagd nu den ellips vormigen baan te construeeren in aanmerking nemende, dat slechts enkele punten op een stuk van 9° lengte waren benaderd.

Gauss is het met hulp van de methode der kleinste quadraten schitterend gelukt de ephemeride van den nieuwen planeet te berekenen.

Laten wij boschbouwers het voorbeeld van de astronomen en geodeeten volgen en waar het exacte onderzoekingen geldt, gebruik maken van de waarschijnlijkheidsrekening. Daarmede kunnen wij scherp naar voren brengen, wat wij uit een grafische voorstelling slechts onzeker gevoelen.

Uit grafiek nr. 15 kan afgeleid worden, dat de spilinhouden der dennenboomen uit eenzelfde kaalkapbosch schommelen om middenwaarden en dat er onderling verband bestaat tusschen die middenwaarden. Past men nu op de gegevens, die voor de samenstelling van het genoemde grafiek hebben gediend de methode der normaal vergelijkingen toe, dan wordt de lijn, die de gemiddelde waarden vereenigt, vastgesteld door haar x en y stelt daarbij voor de tangens van de hellingshoek.

Nu is het een merkwaardige ontdekking, dat die hellingshoek voor dennen van zeer uiteenloopenden vorm constant blijkt te zijn.

Voor een 154 tal boomen in het Afgebrande bosch bij Wageningen bleek de tangens van de hellingshoek te zijn 2,23.

In het Fijnbosch bij Breda werd gevonden 2,20 en voor de Edesche bosschen 2,21 en 2,21.

Het onderstaande staatje geeft details.

Naam van het bosch.	Aantal boomen met de sectiemethode gecubeerd.	Dikte van den centrumboom c.M.	Spilinhoud van den centrumboom d.M^3	Tangens v. d. hellingshoek = s
Afgebrande bosch ..	154	28.0	415	2.23
Hoeven + Zuiderb.	276	29.5	615	2.21
Fijnbosch..........	101	28.4	582	2.20
Zandbosch.........	168	4.9	8.3	2.21
v. Pabst II........	337	2.3	2.3	2.37
v. Pabst I	390	2.6	3.8	2.40

De laatste 2 tangenten wijken vrij sterk af, maar zijn feitelijk ook niet vergelijkbaar, daar de jonge boompjes werden geklemd niet op 1.30 M., maar op 0,10 M. boven den grond. *Op grond der voorafgaande feiten mag men spreken van een samenlevingswet bij den groven den in Nederland. Deze luidt: tusschen de spilinhouden van pijnboomen, die in een bosch samen opgroeien en nagenoeg even oud zijn, bestaat een vaste verhouding.* Zij verhouden zich als de (*s*de) 2,21 ste machten der diameters.

De wijze van berekening van den factor *s* voor het Fijnbosch bij Breda volgt hieronder:

AANTAL BOOMEN	D IN cM.	INH. in 100 DM^3.	LOG D	LOG I	N LOG D	N LOG I	N LOG^2 D	N LOG D LOG I
3	18,2	2,30	0,260	0,362	0,780	1.086	0.202800	0.282360
10	20,9	2.87	0.320	0.458	3.200	4.580	1.024000	1.465600
12	23.4	3.90	0.369	0.591	4.428	7.092	1.633932	2.616948
20	26.7	5.09	0.427	0.707	8.540	14.140	3.646580	6.037780
22	29.6	6.47	0.471	0.811	10.362	17.842	4.880502	8.403582
15	32.5	7.59	0.512	0.880	7.680	13.200	3.932160	6.758400
11	35,3	9.64	0.548	0.984	6.028	10.824	3.303344	5.931552
7	38.3	11.20	0.583	1.049	4.081	7.343	2.379223	4.280969
1	41.6	14.31	0.619	1.156	0.619	1.156	0.383161	0.715564
101					45.718	77.263	21.385702	36.49276

N.B. In de log kolommen zijn gemakshalve de wijzers weggelaten.

$$[gaa]\,x + [gab]\,y = [gaq] \qquad [gaa]\,Q_{11} + [gab]\,Q_{12} = 1$$
$$[gaa]\,Q_{21} + [gab]\,Q_{22} = 0$$

$$[gab]\,x + [gbb]\,y = [gbq] \qquad [gab]\,Q_{11} + [gbb]\,Q_{12} = 0$$
$$[gab]\,Q_{21} + [gbb]\,Q_{22} = 1$$

$$101\,x + 45.718\,y = 77.263 \qquad y = 2.20 = 5$$
$$45.718\,x + 21.3857\,y = 36.49276 \qquad x = -0.230857$$

$$101\,Q_{11} + 45.718\,Q_{12} = 1 \qquad 101\,Q_{21} + 45.718\,Q_{22} = 0$$
$$45{,}718\,Q_{11} + 21.3857\,Q_{12} = 0 \qquad 45.718\,Q_{21} + 21.3857\,Q_{22} = 1$$

$$Q_{11} = 0.3063$$
$$Q_{12} = Q_{21} = -0.6548$$
$$Q_{22} = 1.447$$

$$\log D_{centrum} = \frac{[n \log D]}{n} = 1.45265$$

$$\log I_{centrum} = \frac{[n \log I]}{n} = 2.76498$$

$$D_{centrum} = 28.4$$
$$I_{centrum} = 582$$

Kent men dus den inhoud van één boom, dan kan men daaruit direct berekenen de inhouden van dunnere en dikkere stammen. Als punt van uitgang doet men het beste te nemen de diameter en de inhoud van den centrum boom. Onder centrum boom wordt verstaan de boom, die de logarithme van het arimethisch midden van de dikten der proefboomen bezit en waarvan de logarithme van den inhoud gelijk is aan de som der logarithmen van de inhouden der proefboomen gedeeld door het aantal.

BEREKENING VAN DE INHOUDEN VOLGENS DE FORMULE.

$$I = i \left(\frac{D}{d}\right)^s$$

Zie pag. 182.

D IN c.M.	LOG D	LOG Dcentrum — LOG D	× 2,20	LOG I	I IN d.M³
18	1.25527	0.19738	0.43424	2.33074	214
20	1.30103	0.15162	0.33356	2.43142	270
22	1.34242	0.11023	0.24251	2.52247	333
24	1.38021	0.07244	0.15937	2.60561	403
26	1.41497	0.03768	0.08290	2.68208	481
28	1.44716	0.00549	0.01208	2.75290	566
30	1.47712	0.02447	0.05383	2.81881	659
32	1.50515	0.05250	0.11550	2.88048	759
34	1.53148	0.07883	9.17343	2.93841	868
36	1.55630	0.10365	0.22803	2.99301	984
38	1.57978	0.12713	0.27969	3.04467	1108
40	1.60206	0.14941	0.32870	3.09368	1241
42	1.62325	0.17060	0.37532	3.14030	1381

Onder normale omstandigheden zullen de centrum boomen van gelijke dikte van verschillende dennenbosschen in Nederland vrij wel gelijke inhouden hebben. Daardoor wordt het praktisch gebruik van de gevonden waarheid zeer vereenvoudigd. *Men behoeft daardoor slechts eenmaal een tafeltje der inhouden te berekenen en kan dan de toepassing overlaten aan pasbeginnende boschbeambten. Zij hebben slechts te klemmen en te vermenigvuldigen zooals onderstaand staatje verduidelijkt.*

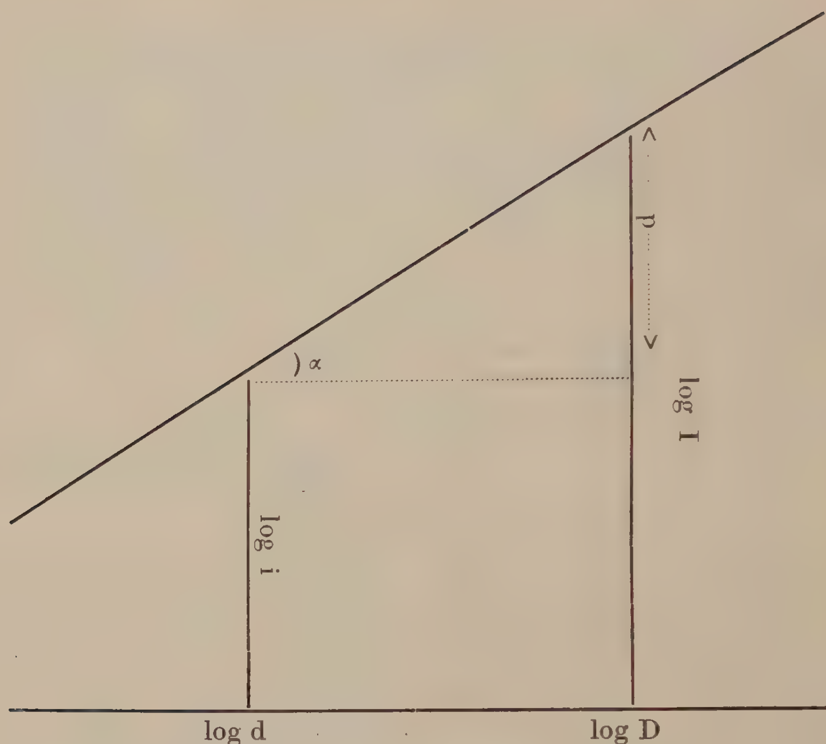
D. c.M.	n. Aantal boomen	I per boom in d.M³	Inhoud totaal in d.M³	
12	4	88	352	Proefvlak.
14	14	123	1722	Papenmuts te Breda.
16	39	165	6435	
18	59	214	12626	
20	71	270	19170	
22	57	333	18981	
24	58	403	23374	
26	48	481	23088	
28	22	566	12452	
30	16	659	10544	
32	6	759	4554	
34	4	868	3472	
			136770	

Hoogtemeting en velling van proefboomen komt te vervallen.

Eenvoudiger kan de meting van de totale spilhoutmassa bezwaarlijk geschieden.

Waar het geldt de houtmassa in een bosch, dat uit verschillende afdeelingen bestaat, te bepalen is deze methode ongetwijfeld nauwkeurig genoeg. Voor den eenen opstand zal men wat te veel, voor den anderen wat te weinig krijgen. Zoo het aantal opstanden niet al te klein is, zal compensatie dezer fouten plaats vinden, indien men slechts gebruik maakt van een inhoudstafeltje, dat als gemiddelde mag gelden. Natuurlijk is dat tafeltje zonder correctie niet bruikbaar voor een boschafdeeling, waarvan de boomen abnormaal hoog of laag zijn. De correctie is echter zeer eenvoudig.

Uit het feit, dat de gemiddelde inhoudslijnen alle dezelfde hellingshoek bezitten en dus parallel loopen kan aan het slot een reductie worden toegepast.



$$\log I = \log i + p \qquad p = (\log D - \log d) \operatorname{tg} \alpha$$
$$\log I = \log i + (\log D - \log d) \operatorname{tg} \alpha \qquad \operatorname{tg} \alpha = s$$
$$\log I = \log i + (\log D - \log d)\, s$$
$$I = i \left(\frac{D}{d}\right)^s$$

Noemt men nu I_f en i_f respectievelijk de inhoud van een willekeurigen en van den centrum-boom in het Fijnbosch dan gaat deze algemeene formule over in.

$$I_f = i_f \left(\frac{D}{d}\right)^s \qquad \text{I}$$

Voor het Afgebrande bosch zou men dan vinden

$$I_a = i_a \left(\frac{D}{d}\right)^s \qquad \text{II}$$

Deelt men I door II dan krijgt men

$$I_f : I_a = i_f : i_a \qquad \text{III}$$

Voor andere dikten geldt dezelfde verhouding.

De breuk $\frac{i_f}{i_a}$ geeft dus de reductiefactor aan, waarmede men aan het einde van de inhoudsberekening de uitkomst moet vermenigvuldigen om voor het Afgebrande bosch de juiste inhoud te verkrijgen, zoo men gewerkt heeft met het tafeltje feitelijk geldende voor het Fijnbosch.

Nu zij men niet te haastig, maar daarentegen voorzichtig met het toepassen van reductie. Het tafeltje geldt slechts voor gemiddelde inhouden. Gold het zuiver voor alle boomen dan zou de correlatiefactor zijn geweest 1 terwijl deze 0,996 voor de Hoeven bedraagt. In de grafieken nr. 15 en 16 hadden alle punten op eenzelfde lijn gelegen zoo de correlatie factor 1 was geweest.

Groot is de afwijking (deviatie) niet, maar toch groot genoeg om aanleiding te geven tot belangrijke fouten.

Wanneer twee personen A en B uit een gering aantal boomen het verloop van de lijn willen bepalen, is het mogelijk, dat A een hooger en stijler verloop krijgt dan B; hoe grooter het aantal waarnemingen is, des te beter zal er overeenstemming worden verkregen.

De afwijking in vorm moet niet verward worden met het onderling verschil in vormverhouding. Het laatste is slechts te bepalen uit een groot aantal waarnemingen en wordt bij den groven den in Nederland getypeerd door $s = 2{,}21$.

Ter verduidelijking moge het volgende dienen.

Uit een algemeene sterfte tafel voor Nederland is de gemiddelde levensduur van een mannelijke en vrouwelijke ingezetene te bepalen. Wie zal het nu in zijn hoofd krijgen de geldigheid dier cijfers voor een bepaalde kleine stad in Nederland te bestrijden op grond van de leeftijden der gedurende één jaar in die plaats gestorven individuën.

Terecht zal men aan de algemeene sterfte tafel, die is samengesteld uit een groote reeks van jaren en personen, de voorkeur schenken.

Bij de houtmeetkunde doet men in den regel het tegenovergestelde. Uit de waarneming aan een beperkt aantal proefboomen leidt men de massa verhouding af voor een veel grooter aantal. *Met die methode moet althans voor wetenschappelijke opnamen gebroken worden.*

De algemeene groeiverhouding moet op den voorgrond geplaatst worden en deze, waar het inderdaad blijkt noodig te zijn door een reductie worden pas klaar gemaakt voor bepaalde plaatselijke omstandigheden.

Wil men dit met succes doen, dan is het noodig in loco veel

boomen nauwkeurig te cubeeren. Bepaald vereischt zal het vermoedelijk niet zijn, daarbij de tijdroovende sectiemethode toe te passen. Een nader onderzoek zijn we voornemens in te stellen in hoeverre vlug het doel bereikt kan worden met de verbeterde Bose'sche hoogtemeter en door gebruik te maken van een vergroote Sylvimetre. Met de laatste kan men de diameter op halve hoogte der boomen bepalen en dan met hulp van de tafel van Maass [1]) cubeeren. De bedoelde tafel heeft drie ingangen: dikte, hoogte en vormklasse.

Natuurlijk is de cubeering niet zoo zuiver dan wanneer de sectiemethode wordt toegepast, maar de vraag is het, of zulks noodig is.

Het geldt alleen de inhoud van den centrum-boom vast te stellen en zal deze weinig beinvloed worden, of de inhoud der samenstellende boomen volkomen juist is, want bij de berekening vindt immers compensatie plaats.

Het is een bekend feit, waarop we hier te voren reeds wezen, wanneer men de gemiddelde dikte van de boomen van een opstand wil kennen, men vrijwel dezelfde uitkomst krijgt, of men in m.M. of in dubbele centimeters klemt. Het laatste gaat echter veel vlugger en ook de berekening van de gemiddelde dikte kost minder tijd.

Bij het meten van de hoogten en dikten van de jonge dennen in de aanplanting van van PABST werd een overeenkomstige ervaring opgedaan.

TRAPPEN VAN	GEM. HOOGTE C.M.	TRAPPEN VAN	GEM. DIAM. M.M.
5 c.M.	161	5 m.M.	28
10 „	161	10 „	28
20 „	161	20 „	28,3
40 „	161,7		
80 „	160,3		

Men ziet dus, of men de lengte der boomen opmeet nauwkeurig in 5 of in 20 c.M., in beide gevallen werd voor gemiddelde hoogte 161 c.M. gevonden. In de practijk zou men in het onderhavig geval hebben kunnen volstaan de hoogten te schatten in 40 c.M. klassen en de daaruit afgeleide gemiddelde hoogte zou vermoedelijk geen c.M. met de werkelijkheid verschillen.

1) Meddelanden fran Statens Skogsförsöksanstalt Häftet 5—1908.

Grundner [1]) vond in 11 beuken opstanden, dat bij de afronding der diameters op 0,5—1—2—3—4 en 5 c.M. een gemiddelde fout werd gemaakt van 0,19—0,54—0,55—0,72—0,85 en 1,01 %.

Kunze [2]) constateerde bij 4 sparren en bij 4 grove dennenopstanden, waarbij de gemiddelde diameters tusschen 21,9 en 28,1 lagen, bij afronding op 1—2—3—4 en 5 c.M. een fout in de cirkelvlakte van 0,49—0,29—0,63—0,73 en 1,08 %.

Bij het beoordeelen dezer cijfers verlieze men niet uit het oog, dat bij herklemming met dezelfde afronding ook steeds verschillen gevonden worden, die in doorsnede ook wel 0,5 % bedragen.

Het proefvlak Papenmuts in het Mastbosch bij Breda is behandeld met het tafeltje, dat uit de in het Fijnbosch gevonden gegevens is samengesteld. Waar de opname een wetenschappelijk doel beoogt, moet natuurlijk een correctie worden aangebracht. Er werden op het proefvlak Papenmuts een 11-tal boomen beklommen en met de sectiemethode gecubeerd. Hieronder volgt de berekening van den inhoud hunner centrum-boom en de berekening van den reductiefactor.

No. v. d. proefboom	D IN c.M.	I IN D.M.	LOG D	LOG I
1	22.2	366	1.34635	2.56348
2	24.5	415	1.38917	2.61805
3	34.2	905	1.53403	2.95665
4	25.7	482	1.40993	2.68305
5	28.9	660	1.46090	2.81954
6	33.7	745	1.52763	2.87216
7	16.2	161	1.20952	2.20683
8	24.6	448	1.39094	2.65128
9	28.0	521	1.44716	2.71684
10	16.8	187	1.22531	2.27184
11	25.3	436	1.40312	2.63949
			15.34406	28.99921

$$\log D_{centrum} = \frac{[\log D]}{n} = \frac{15.34406}{11} = 1.39491 \quad D_{centrum} = 24.8$$
cM.

$$\log I_{centrum} = \frac{[\log I]}{n} = \frac{28.99921}{11} = 2.63629 \quad I_{centrum} = 433 \text{ dM}^3.$$

1) Untersuchungen über Querflächen Ermittelung der Holzbestände pag. 40.
2) Anleitung zur Aufn. pag 12.

In het Fijnbosch heeft de centrum-boom een dikte van 28,4 c.M. en een inhoud van 582 $d.M^3$. De log. dier maten waren (zie pag. 180) 1,45265 en 2,76498.

Een boom van 24,8 c.M. in het Fijnbosch heeft ergo een inhoud van: $log\ i_{24.8} = log\ I_{28.4} + 2.20\ (log\ 24.8 - log\ 28.4)$

$log\ 24.8 = 1.39445$

$log\ 28.4 = 1.45265$

$$(9.94180-10) \times 2.20 = 9.87196$$

$$log\ I_{28.4} = 2.76498$$

$$log\ i_{24.8} = 2.63694$$

$i = 433\ dM^3$.

Het blijkt dus, dat absoluut geen correctie noodig is en dat uit de 11 proefboomen gevonden wordt dezelfde inhoud. De ingeslagen weg schrikt wellicht de praktijk terug.

De vraag is of de berekening niet zeer veel vereenvoudigd kan worden, terwijl toch voldoende betrouwbaarheid wordt verkregen. De gemiddelde dikte der boomen op het proefvlak Papenmuts bedroeg volgens de klemstaat 22,2 c.M. Neemt men de proefboomen nr. 1, 2, 4, 8, en 11 wier diameters om de gemiddelde liggen en berekent men daarvan het arithmetisch midden der diameters en inhouden, dan vindt men 24,5 c.M. en 429 $c.M^3$.

Door interpolatie van het tafeltje Fijnbosch vindt men 423 $d.M^3$. Men zou dus een correctiefactor moeten gebruiken van $\frac{423}{429} = 0{,}986$ of m.a.w. tenslotte moeten aftrekken $1\frac{1}{2}$ %, maar aangezien de ingeslagen weg slechts een benadering is, is de conclusie logisch, dat men voor het proefperk Papenmuts zonder correctie het Fijnbosch tafeltje mag gebruiken.

$I_{26} = 481$
$I_{24} = 403$
78
$4\ \overline{20}$
dus
$I_{24.5} = 423$

	D c.M.	I $D.M^3$
	22.2	366
	24.5	415
	25.7	482
	24.6	448
	25.3	436
Gemid.	1223	2147
	24,5	429

Voor een ander proefvlak 24f in het Mastbosch is eveneens de correctiefactor berekend en gevonden 1 en $\frac{454}{466} = 0{,}975$.

Ook voor dit proefvlak luidt de conclusie dus eveneens, dat het tafeltje van het Fijnbosch zonder reductie toegepast mag worden.

Voor het Afgebrande bosch bij Wageningen, waar men door den abnormalen hollen stand der boomen direct gewaarschuwd wordt, dat het tafeltje van het Fijnbosch niet zonder correctie is te bezigen, blijkt de correctie-factor berekend uit 10 boomen

te zijn $\frac{397}{545}$ of 73 %, zoo deze logarithmisch is nagegaan, en dezelfde factor zoo deze op primitieve wijze is benaderd.

Ook wanneer men de reductiefactor uit alle proefboomen (154 stuks) berekent, blijkt deze dezelfde te zijn als uit 10 boomen.

Dat de reductiefactoren dezelfde zijn, wanneer men deze uit 10 proefboomen op 2 manieren berekent, is toe te schrijven aan het feit, dat de gekozen middenboomen allen zeer eng om den middenboom zijn gelegen (27,2—28,0 c.M.) en in 24f Mastbosch meer schommelen (21,3—27,7 c.M.). Had men in 24f Mastbosch werkelijk proefboomen om het midden gekozen dan zou de overeenstemming eveneens vollediger zijn geweest.

Interessant is het hier mededeeling te doen van de opvatting van Prof. Dr. Kunze, die in zijn 3te Auflage Anleitung zur Aufnahme des Holzgehaltes der Waldbestände (Berlin Parey 1916) op blz. 26 bewijst dat s = 4 is.

Het bewijs komt op het volgende neer.

De inhoud van een rotatielichaam, waarvan de beschrijvende lijn voldoet aan de algebraische vergelijking $y^2 = px^m$ is gelijk aan $\frac{1}{m+1}$ G.H. Is $m = 1$, m.a.w. is de spil een apollonische paraboloïde, dan gaat deze formule over in $\frac{1}{2}$ G.H. Dus $I = \frac{1}{2}$ $G.H.$ en $i = \frac{1}{2}$ $g.h.$ Uit $y^2 = px$ volgt zoo p constant is $D^2 : d^2 = H : h$ en dus $G : g = H : h$ ergo $H = \frac{Gh}{g}$ en na substitutie dezer waarde $I : i = \frac{1}{2} GG \frac{h}{g} : \frac{1}{2} gh = G^2 : g^2 = D^4 : d^4$ dus $I = i \left(\frac{D}{d}\right)^4$.

Waaraan is het nu toe te schrijven, dat men langs theoretischen weg 4 en in de practijk 2,21 vindt?

Gedeeltelijk kan dit verklaard worden door het feit, dat in de voorafgaande formule D en d de diameters aan den voet van den boom voorstellen en niet die op borsthoogte, waarbij 2,21 is gevonden.

Hoofdzakelijk schrijven wij het groote verschil toe aan het feit, dat Prof. Dr. Kunze uitgaat van de veronderstelling, dat de boomen in een zelfden opstand rotatielichamen zijn wier beschrijvende lijnen dezelfde algebraische vergelijkingen bezitten en waarbij de parameters (p) gelijk zijn. Berekent men s uit de 15 Kunze'sche proefboomen op blz. 21 van zijn publicatie vermeldt, dan vindt men 2,53.

BEREKENING VAN S UIT DE 15 PROEFBOOMEN VAN KUNZE

No.	LOG D	LOG I DIK-HOUT	LOG^2 D	LOG D LOG I DIKHOUT	LOG I DIKHOUT + TAKH.	LOG D LOG I DIK + TAKH.
1	0.255	0.405	65025	103275	0.477	121635
2	0.294	0.458	86436	134652	0.540	158760
3	0.299	0.407	89401	121693	0.472	141128
4	0.338	0.587	114244	198406	0.638	215644
5	0.338	0.582	114244	196716	0.675	228150
6	9.380	0.714	144400	271320	0.808	307040
7	0.387	0.797	149769	308439	0.853	330111
8	0.387	0.737	149769	285219	0.788	304956
9	0.408	0.790	166464	322320	0.821	334968
10	0.425	0.805	180625	342125	0.844	358700
11	0.452	0.822	204304	371544	0.901	407252
12	0.481	0.972	231361	467532	1,047	503607
13	0.509	1.031	259081	524779	1.096	557864
14	0.537	1.082	288369	581034	1.157	621309
15	0.613	1.268	375769	777284	1.344	823872
15	6.103	11,457	2,619261	5,006338	12,461	5,414996

S = 2.53 voor dik- en takhout samen.

$$15\,x + 6.103y = 12.461$$
$$6.103\,x + 2.6193y = 5.415 \qquad y = 2{,}53.$$

$$\frac{[log\ D]}{15} = 0.40687 \qquad \frac{[log\ I]}{15} = \frac{11.457}{15} = 0.76380$$

$$D = 25.53\ cM. \qquad I = 0.5805$$

S is even groot voor het dikhout als voor het totaalhout en wijkt vrij sterk af van de door ons gevonden 2,21, maar het is niet zeker, of de cijfers voor den spar of voor den groven den gelden. Bovendien heeft onze *s* betrekking op het spilhout voor den groven den in Nederland en dan is 15 een te gering aantal boomen om daaruit nauwkeurig *s* te bepalen. In ieder geval blijkt de gevonden *s* veel beter overeen te stemmen met de waarde, die wij hier op grond van waarneming vonden (2,21) dan met de theoretisch door Kunze afgeleide 4.

Op blz. 33 van het hier aangehaalde geschrift komt een berekening voor van de dikhoutmassa uitgaande van de veronderstelling, dat $s = 2$ en dat $s = 4$ is.

In het eerste geval is de dikhoutmassa 1,32 % te weinig, in het 2e geval 6,39 % te veel.

De fout voor de berekening met $s = 4$ zou nog grooter geweest zijn zoo niet toevallig het gemiddelde der gebruikte 5 proefboomen feitelijk naar rato te klein ware geweest in verhouding tot die der 5 boomen gebruikt voor $s = 2$.

$I = i\left(\frac{D}{d}\right)^4 \qquad \log I = \log i + 4\,(\log D - \log d)$

$\log D = \log$ 27,52	=	1,43965	
$\log d = \log$ 26,16	=	1,41764	af
		0,02201	
		4	
		0,08804	
$\log i = \log$ 0,6302	=	9,79948—10	
		9,88752	

I = 0,7718, terwijl Kunze gebruikte 0,6771.

De vraag is in hoeverre deze gemiddelde overeenstemt met de overeenkomstig gemiddelde der 15 boomen. Berekent men daaruit de correspondeerende inhouden dan vindt men

$\log d_1 =$	1,41764	$\log dr =$	1,43965
$\log D_{centrum} =$	1,40687	$\log D_{centrum} =$	1,40687
	0,01077		0,03278
	2,53		2,53
	0,0272481		0,0829334
$\log i =$	0,76380	$\log i =$	0,76380
	0,7910481		0,8467334
I = 0,6181.		I = 0,7026.	
Totale houtmassa 0,6101 × 819 boomen = 506,22 M³.		Totale houtmassa 0,7026 × 819 boomen = 575,43 M³.	

Fig. 17 geeft een voorstelling van de 10 proefboomen van Kunze, die op pag. 33 van zijn geschrift zijn vermeld. De ○ hebben betrekking op de bovenste de ☐ op de beneden reeks, terwijl ◎ en ▣ aangeven de gemiddelden. Men ziet met een oogopslag, dat de modelboomen, wat inhoud aangaat, zeer uiteenloopen vooral de 5 van de eerste reeks. Wat men niet uit de figuur kan lezen, is of ◎ ten opzichte van ▣ goed gelegen is of wel, dat ◎ te hoog of dat ▣ te laag is gelegen. Hier boven werd gevonden voor I ◎ 0,618 M³ en van ▣ 0,703.

Berekent men de s uit de twee gemiddelde proefboomen van Kunze dan vindt men 1,4, een veel te laag getal.

Door combinatie dezer gegevens mag worden geconcludeerd, dat de bewering, dat de gemiddelde proefboom voor de 2e reeks te lagen inhoud heeft en dus zooals gezegd de fout nog grooter zou zijn geweest door met $s = 4$ te werken, indien als gemiddelde inhoud een hoogere waarde was aangenomen.

Uit het voorafgaande ziet men, dat de formule $i = I\left(\frac{d}{D}\right)^s$

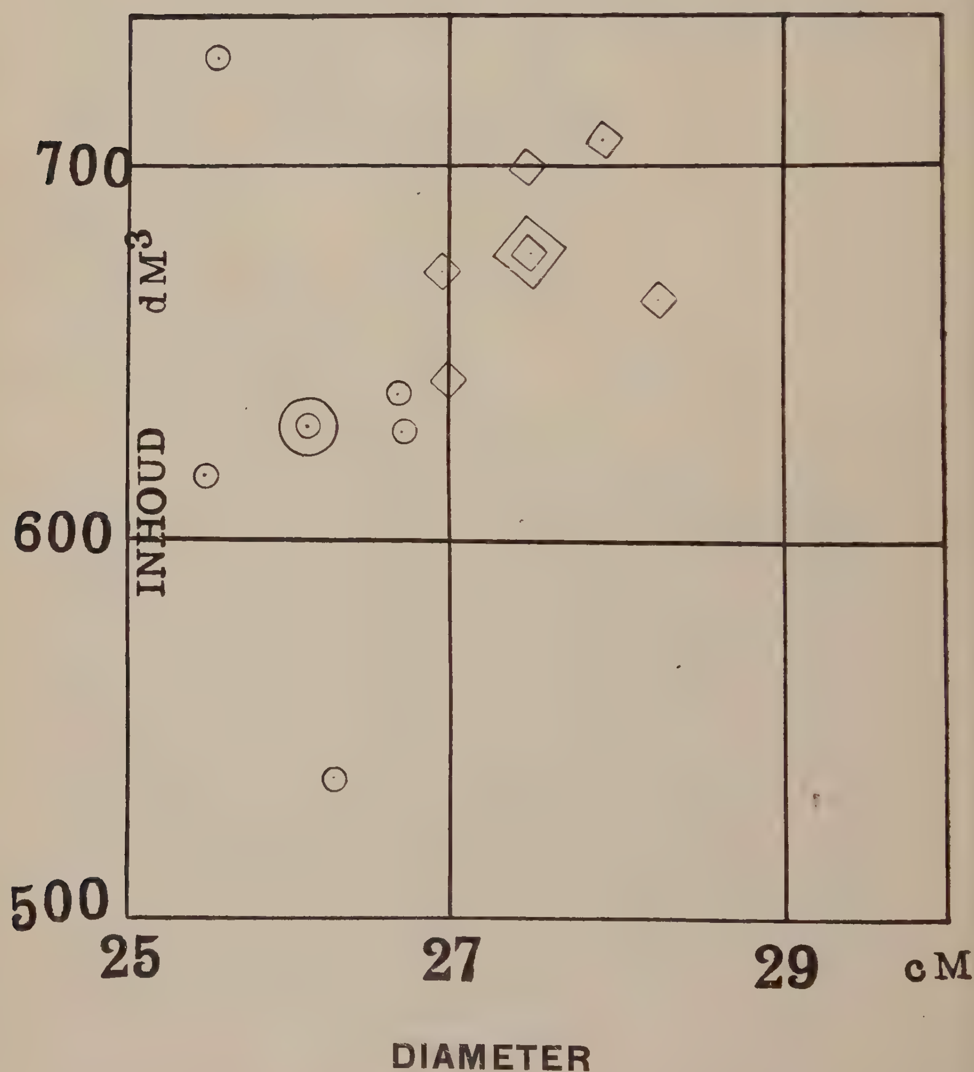
PROEFBOOMEN VAN KUNZE

⊙ STEL VAN 5 STUKS DIE GEDIEND HEBBEN

ALS MIDDENBOOM BIJ S = 2

⊡ IDEM BIJ S = 4

№ 17.



dienst kan doen voor de controle of de proefboomen juist gekozen zijn. Voor de eerste reeks op pag. 33 Kunze, is s negatief, daarmede is aangetoond, dat zij absoluut niet van „mittelere Beschaffenheit" zijn, en men met het gebruik van hun gemiddelde dus voorzichtig moet zijn.

In hoeverre is het tafeltje voor het Fijnbosch betrouwbaar? De primaire lijst van de 101 boomen, die met de sectiemethode zijn gecubeerd, geeft een totaal van 63,914 M³.

De samengetrokken lijst geeft volkomen dezelfde uitkomst zooals hieronder blijkt.

AANTAL BOOMEN N	GEMIDDELDE		TOTALE INH. M³.
	DIAM. cM.	INHOUD M³.	
3	18.2	0.230	0.690
10	20.9	0.287	2.870
12	23.4	0.390	4.680
20	26.7	0.509	10.180
22	29.6	0.647	14.234
15	32.5	0.759	11.385
11	35.3	0.964	10.604
7	38.3	1.120	7.840
1	41.6	1.431	1.431
101			63.914

Om nu onze methode zuiver te kunnen vergelijken moet een tafeltje gemaakt worden voor $d = 18{,}2$, $d = 20{,}9$ enz. en wel volgens de formule $i = I\left(\frac{d}{D}\right)^s$
waarin $\log D = 1{,}45265$, $\log I = 2{,}76498$ en $s = 2.20$.

d	LOG d	LOG D — LOG d	× 2.20	LOG i	i DM³.
18.2	1.26007	0.19258	0.42368	2.34130	219
20.9	1.32015	0.13250	0.29150	2.47348	297
23.4	1.36922	0.08343	0.18355	2.58143	381
26.7	1.42651	0.02614	0.05751	2.70747	510
29.6	1.47129	0.01964	0.04321	2.80819	643
32.5	1.51188	0.05923	0.13031	2.89529	786
35.3	1.54777	0.09512	0.20926	2.97424	942
38.3	1.58320	0.13055	0.28721	3.05219	1128
41.6	1.61909	0.16644	0.36617	3.13115	1353

Cubeert men nu de 101 boomen met dit theoretisch tafeltje

dan krijgt men voor totalen inhoud 63,946 M³. d.i. $\frac{1}{20}$ % meer dan de som van de werkelijk gevonden inhouden.

N	GEMIDDELDE		N I M³.
	D	I	
3	18.2	0.219	0.657
10	20.9	0.297	2.970
12	23.4	0.381	4.572
20	26.7	0.510	10.200
22	29.6	0.643	14.146
15	32.5	0.786	11.790
11	35.3	0.942	10.362
7	38.3	1.128	7.896
1	41.6	1.353	1.353
101			63.946

Oppervlakkig beschouwd zou men concludeeren, tot een grooten graad van nauwkeurigheid van de logarithmische lijn, terwijl slechts mag worden vastgesteld, dat geen rekenfouten zijn begaan.

De quaestie op zich zelf is vrij ingewikkeld en levert aan hen, die niet gewend zijn met de W. R. te werken, moeilijkheden op. Het is daarom noodig in details te treden. Het gemakkelijkst is de zaak tot klaarheid te brengen, wanneer men de gevonden inhouden der 101 boomen tevens vereffent volgens een rechte lijn en de uitkomsten vergelijkt met die verkregen door vereffening van de log-lijn.

BEREKENING VAN E_o FIJNBOSCH VOLGENS RECHTE LIJN.

n	INHOUD		v	n v		v v	n v v
	GEGEVEN	BEREKEND		+	—	0,0	0,0
3	0.230	0.134	—0.096		0.288	09216	27648
10	0.287	0.260	—0.027		0.270	00729	07290
12	0.390	0.377	—0.013		0.156	00169	02028
20	0.509	0.532	+0.023	0.460		00529	10580
22	0.647	0.667	+0.020	0.440		00400	08800
15	0.759	0.803	+0.044	0.660		01936	29040
11	0.964	0.934	—0.030		0.330	00900	09900
7	1.120	1.074	—0.046		0.322	02116	14812
1	1.431	1.228	—0.203		0.203	41209	41209
				1.560	1.569		0.151307

$$E_o = \sqrt{\frac{0.151307}{7}} = \sqrt{0.0216153} = 0.147.$$

BEREKENING VAN E_0 FIJNBOSCH VOLGENS LOG. LIJN.

n	LOG I GEGEVEN	LOG I BEREKEND	V	V V 0,000	n V V 0,00
3	2.36173	2.34170	0.02003	4012009	12036027
10	2.45788	2.47375	0.01587	2518569	25185690
12	2.59106	2.58160	0.00946	0894916	10738992
20	2.70672	2.70752	0.00080	0006400	00128000
22	2.81090	2.80594	0.00496	0246016	05412352
15	2.88024	2.89516	0.01492	2226064	33390960
11	2.98408	2.97404	0.01004	1008016	11088176
7	3.04922	3.05191	0.00269	0072361	00506527
1	3.15564	3.13080	0.02484	6170256	06170256
					0.0104656980

$$E_0 = \sqrt{\frac{0.0104656980}{7}} = \sqrt{0.0014951} = 0.03867.$$

Frappant is het groote onderscheid der beide E_0's; 0,147 en 0,039. Men loopt gevaar te beweren dat, wanneer men een willekeurige boom cubeert, men bij de uitkomst 0,147 moet optellen of aftrekken in het eerste geval en in het tweede geval 0,039. De deviatie in het bosch heeft feitelijk niets uit te staan met de vereffening volgens de rechte of log.lijn. Kleefden aan de vereffeningen geen fouten, dan zouden langs beide wegen dezelfde E_0 gevonden worden, als de deviatie bedraagt in het bosch, maar zulks is absoluut niet het geval.

Om te beginnen is de $E_0 = 0{,}039$ een log. bedrag en bezit daardoor verschillenden invloed op de absolute waarde der div. punten.

Verder is E_0 gevonden in beide berekeningsgevallen door aan te nemen, dat de E_0 over de geheele breedte der lijnen gelijk is. Dit is echter in strijd met de natuur. De deviatie in de verschillende groepen neemt toe met het dikker worden der boomen. Ten naaste bij kan men beweren, dat de deviatie uitgedrukt in % eerder als gelijkwaardig mogen aangenomen worden.

FIJNBOSCH BREDA

Berekening van E_o voor elken groep, v = Igeg. — Igem. uit de groep.

I GEGEVEN	V	V V
215	—15	225
248	18	324
228	—2	4
230		553

$$E_o = \sqrt{\frac{553}{2}} = 16,63$$
$$= 7,2\ \%$$

I GEGEVEN	V	V V
274	13	169
293	—6	36
282	—5	25
313	26	676
311	24	576
284	—3	9
291	4	16
308	21	441
262	—25	625
253	—34	1156
287		3729

$$E_o = \sqrt{\frac{3729}{9}} = 20,36$$
$$= 7,1\ \%$$

I GEGEVEN	V	V V
306	—84	7056
332	—58	3364
389	—1	1
349	—41	1681
426	36	1296
425	35	1225
404	14	196
385	—5	25
404	14	196
418	28	784
430	40	1600
421	31	961
390		18385

$$E_o = \sqrt{\frac{18385}{11}} = 40,88$$
$$= 10,5\ \%$$

I GEGEVEN	V	V V
475	34	1156
486	23	529
467	42	1764
486	—23	529
494	15	225
441	—68	4624
432	—77	5929
493	—16	256

I GEGEVEN	V	V V
535	26	676
468	—41	1681
509	0	0
542	33	1089
455	—54	2916
513	4	16
567	58	3364
496	—13	169
593	84	7056
607	98	9604
558	49	2401
564	55	3025
509		47009

$$E_o = \sqrt{\frac{47009}{19}} = 49.74$$
$$= 9,8\ \%$$

I GEGEVEN	V	V V
520	—127	16129
594	—53	2809
675	28	784
716	69	4761
491	—156	24336
601	46	2116
549	—98	9604
737	90	8100
626	—21	441
645	—2	4
653	6	36
690	43	1849
668	21	441
726	79	6241
644	—3	9
756	109	11881
777	130	16900
644	—3	9
590	—57	3249
694	47	2209
596	—51	2601
638	9	81
647		114590

$$E_o = \sqrt{\frac{114590}{21}} = 73,87$$
$$= 11.4\%$$

I GEGEVEN	V	V V
748	—11	121
725	—34	1156
668	—91	8281
684	—75	5625

I GEGEVEN	V	V V
668	—91	8281
749	—10	100
654	—105	11025
898	139	19321
761	—2	4
828	69	4761
848	89	7921
779	20	400
811	52	2704
692	—67	4489
869	110	12100
759		86289

$$E_o = \sqrt{\frac{86289}{14}} = 78.51$$
$$= 10.3\%$$

I GEGEVEN	V	V V
978	14	196
965	1	1
886	—78	6084
838	—126	15876
931	—33	1089
961	—3	9
917	—47	2209
1110	146	21316
878	—86	7396
973	9	81
1161	197	38809
964		93066

$$E_o = \sqrt{\frac{93066}{10}} = 96.47$$
$$= 10\ \%$$

I GEGEVEN	V	V V
1005	—115	13225
871	—249	62001
1169	49	2401
1304	184	33856
1013	—107	11449
1290	170	28900
1189	69	4761
1120		156593

$$E_o = \sqrt{\frac{156593}{6}} = 161.55$$
$$= 14.4\%$$

I GEGEVEN	V	V V
1431	0	0
1431		

$$E_o = \sqrt{0} = 0$$
$$= 0\ \%$$

OVERZICHT DER DEVIATIE'S

GROEP	n	GEMIDDELDE INHOUD IN dM^3.	DEVIATIE	
			IN dM^3.	IN % V/D. GEM. I
I	3	230	16.6	7.2
II	10	287	20.4	7.1
III	12	390	40.9	10.5
IV	20	509	49.7	9.8
V	22	647	73.9	11.4
VI	15	759	78.5	10.3
VII	11	964	96.5	10.0
VIII	7	1120	161.6	14.4
IX	1	1431	0	0

Het aantal boomen in de uiterste groepen is te gering om aan de daarin berekende E_o veel waarde toe te kennen.

Uit de middengroepen zou men concludeeren, dat de E_o in % uitgedrukt bedraagt $10\frac{1}{2}$ %.

Verder is bet aannemelijk, dat het percentage bij de groep der dunne boomen kleiner is en dat bij de groep der dikkere boomen grooter.

Rationeel is het alsnu de E_o volgens de rechte en volgens de log-lijn te berekenen, maar daarbij uit te gaan van een gelijkheid der procentische deviatie's.

BEREKENING VAN DE E_o IN % VOLGENS DE RECHTE LIJN

N	I	V	IN % W	W W	N W W
3	230	96	41.7	1739.89	5216.67
10	287	27	9.4	88.36	883.60
12	390	13	3.3	10.89	130.68
20	509	23	4.5	20.25	405.00
22	647	20	3.1	9.61	211.42
15	759	44	5.8	33.64	504.60
11	964	30	3 1	9.61	105.71
7	1120	46	4.1	16.81	117.67
1	1431	203	14.2	201.64	201.64
					7776.99

$$E_o = \sqrt{\frac{7776.99}{7}} = \sqrt{1110.9985} = 33.33$$

BEREKENING E_0 IN % VOLGENS DE LOG. LIJN

GROEP	I	II	III	IV	V
log I	2.36173	2.45788	2.59166	2.70672	2.81090
log I + 0.03867	2.40040	2.49655	2.62973	2.74539	2.84957
log I — 0.03867	2.32306	2.41921	2.55239	2.66805	2.77223
I + E_0........	251 21	314 27	426 36	556 47	707 60
I — E_0........	210 —20	263 —24	357 —33	466 —43	592 —55
I gemidd.	230	287	390	509	647
E_0 in %	9,1	9.4	9.2	9.2	9.3
E_0 in %	—8.7	—8.4	—8.5	—8.4	—8.5

GROEP	VI	VII	VIII	IX	
log I	2.88024	2.98408	3.04922	3.15564	
log I + 0.03867	2.91891	3.02275	3.08789	3.19431	
log I — 0.03867	2.84157	2.94541	3.01055	3.11697	
I + E_0........	830 71	1054 90	1224 104	1564 133	
I — E_0........	694 —65	882 —82	1025 —95	1309 —122	
I gemidd.	759	964	1120	1431	
E_0 in %	9.4	9.3	9.3	9.3	
E_0 in %	—8.6	—8.5	—8.5	—8.5	

De E_0 in procenten berekend volgens de rechte lijn is $33\frac{1}{2}$, een bedrag, dat enorm verschilt met de in werkelijkheid gevonden deviatie.

De E_0 in procenten berekend volgens de log-lijn is niet op elk punt van de lijn gelijk.

Neemt men b.v. de eerste groep dan is de log. van de gemiddelde inhoud 2,36173 $\pm$ 0,03867. Teruggezocht wordt dus de conclusie, *I* ligt tusschen 210 en 251 d.M.^{3}, terwijl de gemiddelde inhoud gegeven was te zijn 230 d.M^3., dus een deviatie van +21 en —20 d.M^3. of —8,7 % en +9,1 %.

GROEP	GEMIDD. INHOUD DM^3.	DEVIATIE IN DM^3.		DEVIATIE IN % V/D. GEM. INH.	
		+	—	+	—
I	230	21	20	9.1	8.7
II	287	27	24	9.4	8.4
III	390	36	33	9.2	8.5
IV	509	47	43	9.2	8.4
V	647	60	55	9.3	8.5
VI	759	71	65	9.4	8.6
VII	964	90	82	9.3	8.5
VIII	1120	104	95	9.3	8.5
IX	1431	133	122	9.3	8.5

Hoe komt het nu, dat de E_0 volgens de rechte lijn zich zooveel

slechter aanpast bij de in werkelijkheid gevonden deviatie's dan die van de log. lijn?

Wanneer men hoogtemetingen verricht en voor E_0 vindt b.v. 0,20 M., dan wil dat zeggen, dat, werkende onder dezelfde omstandigheden en vindende bij een meting b.v. 11 M. als uitkomst moet worden aangenomen 11 $\pm$ 0,20.

Wanneer men de E_0 zou gaan bepalen uit 2 waarnemingen, dan bestaat de mogelijkheid dat men vindt $E_0 = 0{,}01$, maar ook kan het zijn $E_0 = 0{,}80$.

Die beide E_0's zijn evenwel waardeloos, omdat het aantal waarnemingen veel te gering is.

Bepaalt men E_0 uit reeksen van een 40-tal waarnemingen, dan zal het blijken, dat men steeds bij elke reeks nagenoeg eenzelfde E_0 vindt.

Zou men nu opnieuw de E_0 gaan berekenen uit de 40 waarnemingen, maar daarbij uitgaan van een andere gemiddelde *h*, dan ligt het voor de hand, dat dan de afwijkingen anders worden en per sé [*vv*] grooter zijn dan wanneer men werkt met het arith. midden, want juist daarbij is [*vv*] = minimum.

Gaat men nu de inhouden vereffenen volgens een rechte lijn, dan neemt men daarbij middens aan, die verwrongen zijn. Bij de log.lijn liggen de punten veel regelmatiger en is dus de fout daarbij belangrijk kleiner.

Er blijft echter steeds een kleine fout over en moest dus de E_0 gemiddeld grooter zijn dan de gemiddelde E_0 als werkelijk gevonden deviatie. Zulks is evenwel niet het geval. Tegenover de $10\frac{1}{2}$ % werkelijke deviatie staat $\pm$ 9 % E_0 volgens de log.lijn.

Aan het laatste cijfer is echter een grootere waarde toe te kennen dan aan het eerste, daar van de 101 boomen, elke boom invloed uitoefende op de 9 % terwijl op de $10\frac{1}{2}$ % slechts 50 boomen influenceerden.

De overeenstemming is evenwel voldoende om te besluiten, dat in elke groep de deviatie ongeveer 10 % is.

Heeft men voor de verschillende inhouden een vereffeningslijn, die volkomen het gemiddelde weergeeft dan moet de E_0 van die lijn volkomen overeenstemmen met de deviatie's in de verschillende groepen, zooals men die in het bosch gevonden heeft.

In het onderhavig geval vond men voor E_0 wanneer de punten vereffend waren volgens een rechte lijn $33\frac{1}{3}$ %, volgens een loglijn $8\frac{1}{2}$—9,4 %, terwijl de deviatie varieert tusschen 7,2 en 14,4 %.

Hoe groot zijn nu de m.f. in de groepen **na** *de vereffening?*

Voor het beantwoorden van deze vraag kan nu gebruik gemaakt worden van de formule:

$$E_i = E_\circ \sqrt{a_i\, a_i\, Q_{11} + 2\, a_i\, b_i\, Q_{12} + b_i\, b_i\, Q_{22}}$$

$E_\circ = 0.0387$
$Q_{11} = 0.3063$
$Q_{12} = 0.6548$
$Q_{22} = 1.4473$
$a = 1$

GROEP	1	2	3	4	5
Q_{11} = ...	0.3063	0.3063	0.3063	0.3063	0.3063
2b Q_{12} = ...	—0.3404960	—0.4190720	—0.4832424	—0.5591992	—0.6168216
bb Q_{22} = ...	0.0978172	0.1481728	0.1970250	0.2638301	0.3210039
(Q_{11} + 2b Q_{12}.....)	0.0636212	0.0354008	0.0200826	0.0109309	0.0104823
$\sqrt{(Q_{11} + \text{enz.})}$ =	0.252	0.188	0.142	0.105	0.102

$E_{I} = 0.0098$ $E_{II} = 0.0073$ $E_{III} = 0.0055$ $E_{IV} = 0.0041$ $E_{V} = 0.0040$

GROEP	6	7	8	9
Q_{11}	0.3063	0.3063	0.3063	0.3063
2b Q_{12}	—0.6705152	—0.7176608	—0.7634968	—0.8106424
bb Q_{22}	0.3793224	0.4414469	0.4918194	0.5544340
(Q_{11} + 2b Q_{12} ...)	0.0151072	0.0300861	0.0356226	0.0500916
$\sqrt{(Q_{11} + \text{enz.})}$ =	0.123	0.173	0.189	0.224

$E_{VI} = 0.0048$ $E_{VII} = 0.0067$ $E_{VIII} = 0.0073$ $E_{IX} = 0.0087$

OVERZICHT.

GROEP	GROEPSFOUT VOOR DE VEREFFENING		NA DE VEREFFENING
1	$E_\circ \sqrt{\frac{1}{3}}$ =	0.0227	0.0098
2	$E_\circ \sqrt{\frac{1}{10}}$ =	0.0125	0.0073
3	$E_\circ \sqrt{\frac{1}{12}}$ =	0.0114	0.0055
4	$E_\circ \sqrt{\frac{1}{20}}$ =	0.0088	0.0041
5	$E_\circ \sqrt{\frac{1}{22}}$ =	0.0084	0.0040
6	$E_\circ \sqrt{\frac{1}{15}}$ =	0.0102	0.0048
7	$E_\circ \sqrt{\frac{1}{11}}$ =	0.0119	0.0067
8	$E_\circ \sqrt{\frac{1}{7}}$ =	0.0149	0.0073
9	$E_\circ$ =	0.0394	0.0087

Wanneer men nu wil nagaan hoe groot de m. f. in de som der 101 boomen is dan past men toe de voortplantingsformule.

$$E_{som} = \sqrt{n_1 E_1^2 + n_2 E_2^2 + \ldots}$$

Hierin stelt n_1 het aantal boomen in de eerste groep en E_1 de fout per boom in de eerste, E_2 in de 2de groep enz. voor.

GROEP	n	E GROEP	E²GROEP = 0,000	n.E²GROEP = 0.000
1	3	0.00975	950625	2851875
2	10	0.00728	529984	5299840
3	12	0.00550	302500	3630000
4	20	0.00406	164836	3296720
5	22	0.00395	156025	3432550
6	15	0.00476	226576	3398640
7	11	0.00670	448900	4937900
8	7	0.00731	534361	3740527
9	1	0.00867	751689	751689
				0.0031339741

$$E_{som} = \sqrt{0.00\ 31339741} = 0.056$$

De m. f. op de som is dus 0,056 M³. d.w.z. men kan met een zekerheid van 2 tegen 1 verklaren, dat de som niet meer afwijkt van de werkelijkheid dan 0,056 M³. op de 63,914 M³. d.i. dus nog geen één pro mille.

De 101 boomen in het Fijnbosch zijn de boomen, die voor de samenstelling van het tafeltje werden gebruikt. Het is de vraag, hoe groot is de m. f. voor een complex van boomen, waarbij de bezetting der diktetrappen anders is.

Als voorbeeld kan daarbij aangenomen worden het nog niet omgekapte gedeelte van het Fijnbosch.

D	n	I	n. I	D	n	I	n. I
					Transporteeren		793703
12	1	88	88	32	236	759	179124
14	3	123	369	34	223	868	193564
16	21	165	3465	36	158	984	155472
18	91	214	19474	38	112	1108	124096
20	157	270	42390	40	44	1241	54604
22	236	333	78588	42	27	1381	37287
24	283	403	114049	44	11	1530	16830
26	312	481	150072	46	7	1687	11809
28	308	566	174328	48	2	1853	3706
30	320	659	210880	50	1	2027	2027
			793703		2553		1572222

Voor een juist begrip van dit overzicht moge het volgende dienen.

Meet ik met een hoogtemeter van Weise de hoogte van een boom en weet ik dat $E_\circ = 0{,}20$ M., dan neem ik vóór de vereffening aan, dat de uitkomst van de éene meting zegge 11 M. is te beschouwen als te zijn $11 \pm 0{,}20$, dat dus de hoogte ligt tusschen 10,80 en 11,20 M.

Was de 11 M. het gemiddelde resultaat van 2 metingen, of was aan de opname een gewicht 2 toe te kennen, omdat de opnemer veel grootere handigheid bezat dan de persoon, die $E_\circ = 0{,}20$ had gevonden, dan moet het antwoord luiden: de boom is 11 M. $\pm E_\circ \sqrt{\frac{1}{2}} = 11 \pm 0{,}20 \sqrt{\frac{1}{2}} = 11 \pm 0{,}14 =$ 10,86 — 11,14 M. Is de boom 16 maal opgemeten en als gemiddelde gevonden 11,1 M. dan moet men als hoogte na de vreeffening aannemen $11{,}1 \pm E_\circ \sqrt{\frac{1}{16}} = 11{,}1 \pm \frac{0{,}20}{4} = 11{,}05$ — 11,15.

BEREKENING DER E GROEPEN VAN HET FIJNBOSCH BREDA (2553 BOOMEN).

N AANTAL	LOG D	LOG I	N LOG D	N LOG I	N LOG² D	N. LOG D LOG I	N LOG² I
1	1.07918	1.94448	1.07918	1.94448	1.16463	2.09844	3.78100
3	1.14613	2.08991	3.43839	6.26973	3.94084	7.18593	13.10317
21	1.20412	2.21748	25.28652	46.56708	30.44798	56.07238	103.26161
91	1.25527	2.33041	114.22957	212.06731	143.38949	266.20134	494.20306
157	1.30103	2.43136	204.26171	381.72352	265.75099	496.63438	928.10846
236	1.34242	2.52244	316.81112	595.29584	425.29342	799.13726	1501.59844
283	1.38021	2.60531	390.59943	737.30273	539.10865	1017.63297	1920.90288
312	1.41497	2.68215	441.47064	836.83080	624.66822	1184.09076	2244.50627
308	1.44716	2.75282	445.72528	847.86856	645.03539	1227.00210	2334.03074
320	1.47712	2.81889	472.67840	902.04480	698.20213	1332.42871	2542.76563
236	1.50515	2.88024	355.21540	679.73664	534.65186	1023.10615	1957.80570
223	1.53148	2.93852	341.52004	655.28996	523.03105	1003.56353	1925.58277
158	1.55630	2.99300	245.89540	472.89400	382.68639	735.96493	1415.37174
112	1.57978	3.04454	176.93536	340.98848	279.51837	538.68602	1038.15161
44	1.60206	3.09377	70.49064	136.12588	112.93017	218.08202	421.14254
27	1.62325	3.14019	43.82775	84.78513	71.14348	137.62741	266.24132
11	1.64345	3.18469	18.07795	35.03159	29.71029	57.57268	111.56479
7	1.66276	3.22712	11.63932	22.58984	19.35336	37.56142	72.90000
2	1.68124	3.26788	3.36248	6.53576	5.65314	10.98818	21.35808
1	1.69897	3.30685	1.69897	3.30685	2.88650	5.61824	10.93526
2553			3684.24355	7005.19898	5338.56635	10157.25485	19327.31507

Normaalvergelijkingen.

$$2553\,x + 3684.24\,y = 7005.20$$
$$3684.24\,x + 5338.57\,y = 10157.3$$

Eliminatie van x.

$$Ax + 13629369.21\,y = 25931586.9$$
$$Ax + 13573624.38\,y = 25808838.0$$
$$55744.83\,y = 122748.3$$

Eliminatie van y.

$$13629369.21\,x + By = 37397750.564$$
$$13573624.38\,x + By = 37421930.952$$
$$55744.83\,x = 24183.388$$

$$y = 2.2 \qquad x = -0.434$$

Berekening van Q_{12}.

$$a\,Q_{11} + 13629369.21\,Q_{12} = 0.$$
$$a\,Q_{11} + 13573624.38\,Q_{12} = 3684.24$$
$$55744.83\,Q_{12} = -3684.24$$

$$Q_{12} = -0.0661 = Q_{21} \qquad \text{evenzoo:}$$
$$Q_{11} = 0.0958 \qquad Q_{22} = 0.0458$$

$$[gvv] = [gqq] - [gaq]\,x - [gbq]\,y$$

19327.3150
3040.2568
22367.5718
22345.96
21.6118

$$E_0 = \sqrt{\frac{[gvv]}{N-2}}$$

$$E_0 = \sqrt{\frac{21.6118}{18}} = \sqrt{1.20066} = 1.10$$

BEREKENING DER E GROEPEN VAN HET „FIJNBOSCH" BREDA. (2553 BOOMEN).

	1	2	3	4	5	6	7
Q_{11}	0.0958	0.0958	0.9058	0.0958	0.0958	0.0958	0.0958
$2b\ Q_{12}$ = —	—0.1427	—0.1515	—0.1592	—0.1659	—0.1720	—0.1775	—0.1825
bbQ_{22}	0.0533	0.0602	0.0664	0.0722	0.0775	0.0825	0.0872
$Q_{11} + 2bQ_{12} + bbQ_{22}$	0.0064	0.0045	0.0030	0.0021	0.0013	0.0008	0.0005
$\sqrt{(Q_{11} + 2bQ_{12} + bbQ_{22})}$	0.080	0.0671	0.0548	0.0458	0.0361	0.0283	0.0224
$E_o \times \sqrt{(Q_{11} + 2bQ_{12} + bbQ_{22})}$ = Egr.	0.088	0.074	0.060	0.050	0.040	0.031	0.025

	8	9	10	11	12	13	14
Q_{11}	0.0958	0.0958	0.0958	0.0958	0.0958	0.0958	0.0958
$2b\ Q_{12}$ = —	—0.1871	—0.1913	—0.1953	—0.1990	—0.2025	—0.2057	—0.2088
bbQ_{22}	0.0917	0.0959	0.0999	0.1038	0.1074	0.1109	0.1143
$Q_{11} + 2bQ_{12} + bbQ_{22}$	0.0004	0.0004	0.0004	0.0006	0.0007	0.0010	0.0013
$\sqrt{(Q_{11} + 2bQ_{12} + bbQ_{22})}$	0.0200	0.0200	0.0200	0.0245	0.0265	0.0316	0.0361
$E_o \times \sqrt{(Q_{11} + 2bQ_{12} + bbQ_{22})}$ = Egr.	0.022	0.022	0.022	0.027	0.029	0.035	0.040

	15	16	17	18	19	20
Q_{11}	0.0958	0.0958	0.0958	0.0958	0.0958	0.0958
$2b\ Q_{12}$ = —	—0.2118	—0.2146	—0.2173	—0.2198	—0.2223	—0.2246
bbQ_{22}	0.1176	0.1207	0.1237	0.1266	0.1295	0.1322
$Q_{11} + 2bQ_{12} + bbQ_{22}$	0.0016	0.0019	0.0022	0.0026	0.0030	0.0034
$\sqrt{(Q_{11} + 2bQ_{12} + bbQ_{22})}$	0.040	0.0436	0.0469	0.051	0.0548	0.0583
$E_o \times \sqrt{(Q_{11} + 2bQ_{12} + bbQ_{22})}$ = Egr.	0.044	0.048	0.052	0.056	0.060	0.064

OVERZICHT E GROEPEN.

GROEP	E	GROEP	E
1	0.088	11	0.027
2	0.074	12	0.029
3	0.060	13	0.035
4	0.050	14	0.040
5	0.040	15	0.044
6	0.031	16	0.048
7	0.025	17	0.052
8	0.022	18	0.056
9	0.022	19	0.060
10	0.022	20	0.064

Men ziet de m. f. in de groepen zijn zeer gering.

Wij beschikken niet over voldoende personeel en bovendien zijn wij te veel aan Wageningen gebonden om op grond van waarnemingen een vergelijkend oordeel te vellen over de meerdere betrouwbaarheid onzer methode b.v. tegenover die van Urich en Bauer. Om een afdoend oordeel te kunnen vellen zou men de beide methodes op talrijke dennenopstanden moeten toepassen en daarna alle boomen één voor één met de sectiemethode moeten cubeeren; een zeer tijdroovend werk.

De resultaten van de opwerking van den boschbeheerder zijn niet nauwkeurig genoeg. Flury vond zooals hier te voren op blz. 117 werd gereleveerd, dat bij velling dikwijls 12—15 % minder hout verkregen wordt dan in werkelijkheid aanwezig is. Bepaalt men zich tot een paar opmetingen, dan zijn de uitkomsten voor een vergelijking vrijwel waardeloos.

Met hulp van de W.R. kan men de zaak wel benaderen, hoewel de oplossing niet in alle opzichten bevredigt.

Nemen wij als onderzoekings-object het Papenmuts en deelen wij de 398 boomen in 5 klassen met respectievelijk 79, 79, 80, 80 en 80 boomen. De proefboomen moeten dan een diameter hebben van respectievelijk 16,1—19,1—21,1—24,3—28,3 c.M.

KLASSE	AANTAL BOOMEN	CIRKEL-VLAKTE	CIRKELVL. PER BOOM	D IN DE KLASSE	GRENZEN DER GROEPEN C.M.
I	79	1.605	203	16.1	12—18
II	79	2.261	287	19.1	18—20
III	80	2.850	357	21.1	20—22
IV	80	3.701	463	24.3	22—26
V	80	5.031	629	28.3	26—34

Men kan de E_0 in elke groep ten naaste bij bepalen uit een

deel der 101 gevelde boomen en wel uit dat deel, dat ongeveer wat D betreft overeenstemt met de gemiddelde D uit de klasse.

BEREKENING VAN E_o IN DE KLASSEN PAPENMUTS

I Klasse

D IN CM.	INH. DM³.	V +	V —	V V
18.7	215		15	225
18.2	248	18		324
18.7	228		2	4
54.6	691	18	17	553
18.2	230	gemiddeld		

$$E_o = \sqrt{\frac{553}{2}} = \sqrt{276.5} = 16.6$$

II

D IN CM.	INH. DM³.	V +	V —	V V
18.2	248		13	169
18.7	228		33	1089
20.1	274	13		169
20.3	293	32		1024
77.3	1043	45	46	2451
19.3	261	gemiddeld		

$$E_o = \sqrt{\frac{2451}{3}} = \sqrt{817} = 28.6$$

III

D IN CM.	INH. DM³.	V +	V —	V V
20.1	274		17	289
20.3	293	2		4
20.6	282		9	81
20.7	313	22		484
21.0	311	20		400
21.0	284		7	49
21.1	291	0	0	0
21.1	308	17		289
21.3	262		29	841
187.2	2618	61	62	2437
20.8	291	gemiddeld		

$$E_o = \sqrt{\frac{2437}{8}} = \sqrt{304.625} = 17.5$$

IV

D IN CM.	INH. DM³.	V +	V —	V V
23.5	425		6.5	42.25
23.6	404		27.5	756.25
23.9	385		46.5	2162.25
24.0	404		27.5	756.25
24.3	418		13.5	182.25
24.5	430		1.5	2.25
24.5	421		10.5	110.25
25.1	475	43.5		1892.25
25.3	486	54.5		2970.25
25.5	467	35.5		1260.25
244.2	4315	133.5	133.5	10134.50
24.4	431.5	gemiddeld		

$$E_o = \sqrt{\frac{10134.5}{9}} = \sqrt{1126.06} = 33.56$$

V

D IN CM.	INH. DM³.	V +	V —	V V
27.4	513		62	3844
27.5	567		8	64
27.6	496		79	6241
27.7	593	18		324
27.8	607	32		1024
27.9	558		17	289
27.9	564		11	121
28.0	520		55	3025
28.4	594	19		361
28.4	675	100		10000
29.0	716	141		19881
29.0	491		84	7056
29.1	601	26		676
29.3	549		26	676
395.0	8044	336	342	535.82
28.2	575	gemiddeld		

$$E_o = \sqrt{\frac{53582}{13}} = \sqrt{4121.7} = 64.20$$

OVERZICHT.

KLASSE	n	D C.M.	I D.M³	E_o	E_o IN %	$E_{\bar{x}}$ IN %
I	3	18.2	230	17	7.4	2.5
II	4	19.3	261	29	11.1	5.6
III	9	20.8	291	18	6.2	2.1
IV	10	24.4	432	34	7.8	2.5
V	14	28.2	575	64	11.1	3.—
	40					

De gemiddelde middellijnen der berekende boomen komen niet geheel overeen met die, welke zij volgens het indeelingsschema hebben moeten, maar zulks hindert niet, wanneer men automatische vereffening toepast en dus de klasse-inhoud berekent volgens de evenredigheid; Inhoud Klasse: Inhoud Modelboom = Cirkelvlakte klasse: Cirkelvlakte modelboom.

De E_0's in % verschillen nog al en dit is waarschijnlijk toe te schrijven aan het feit, dat het aantal proefboomen in elke klasse gering en in de I en II per sé te klein is. Ruw weg mag als gemiddelde E_0 worden aangenomen 9 % d.w.z. een willekeurige proefboom in de een of andere klasse heeft 9 % meer of minder inhoud dan de gemiddelde proefboom der klasse. Daardoor kan voor de 5 klassen een totale fout ontstaan van $\sqrt{E^{02} + E^{02} + E_0^2 + E_0^2 + E_0^2 : 5} = 9\sqrt{\frac{5}{25}} = 4$ %.

Bij een 2e opname kan weder een fout ontstaan van 4 %. In het verschil (de aanwas) schuilt dan een fout van $\sqrt{4^2 + 4^2} =$ 5,66 % d.i. meer dan in vele gevallen de aanwas bedraagt.

Die fout wordt natuurlijk in het algemeen kleiner, wanneer het aantal proefboomen grooter wordt.

Verdubbelt men het aantal in het onderhavig geval, dan wordt de fout in elke groep gereduceerd tot $4\sqrt{1/2} = 2.8$ %.

Had men met 40 proefboomen gewerkt dan mag aangenomen worden dat de m. f. op de totale massa per klasse ongeveer 3 % is, dus voor de 5 klassen $\sqrt{3^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 : 5} =$ 1.3 %. Berekent men nu de houtmassa van het Papenmuts à la Urich-Bauer, dan vindt men 139.17 M^3.

HOUTMASSA PAPENMUTS.

I I klasse	= 230 ×	$\frac{1,605}{26}$	=	14,19 M^3.
I II „	= 261 ×	$\frac{2,261}{29,3}$	=	20,14 „
I III „	= 291 ×	$\frac{2,850}{34}$	=	24,40 „
I IV „	= 432 ×	$\frac{3,701}{46,8}$	=	34,16 „
I V „	= 575 ×	$\frac{5,031}{62,5}$	=	46,28 „
		Totaal......		139,17 M^3.

De totale massa volgens de tabel was 136,77 M³.
en dus een verschil van 1,8 %. [1])

Men vindt dus à la Urich-Bauer 139,17 M³, maar moet volgens de W.R. zeggen, dat de houtmassa ligt tusschen 139,17 ± 1,3 % dus tusschen 140,98 en 137,36 M³.

Bij de berekening met ons tafeltje werd gevonden 136,77, dus een zeer goede overeenstemming. 1,8 % is betrekkelijk gering verschil, maar men verlieze daarbij niet uit het oog, dat de berekening in casu is gemaakt met hulp van 3 + 4 + 9 + 10 + 14 = 40 proefboomen en dan moet het resultaat zeker weinig bevredigend worden genoemd.

WANNEER VEREISCHEN DE TAFELTJES CORRECTIE?

Zoo men wetenschappelijke onderzoekingen verricht, vereischen de lijstjes bijna steeds correctie, want ze gelden alleen voor een bepaalden middenvorm. Deze wijkt veelal min of meer af in verschillende bosschen.

Groot is die afwijking niet, wanneer men als standaard een goed type aanneemt.

Zoo is op blz. 186 hier te voren aangetoond, dat het tafeltje van het Fijnbosch absoluut geen correctie behoeft bij toepassing voor het Papenmutsbosch, voor het Mastbosch 24 f en voor het Mastbosch 24 b slechts + 2 %.

In het Afgebrande bosch ziet men met één oogopslag, dat de boomen een abnormalen vorm bezitten. Vermoedelijk is zulks toe te schrijven aan een vroeger plaats gevonden brand, waardoor de gespaarde boomen over een grootere ruimte dan onder normale omstandigheden het geval is, beschikking kregen; daardoor hebben ze minder takken afgestooten en zijn ze sterker in de dikte gegroeid. De reductiefactor (zie blz. 187) bleek van genoemd bosch te zijn $\frac{397}{545}$ = 73 %, d.w.z. wanneer men voor het Afgebrande bosch het tafeltje van het Fijnbosch gebruikt, dan moet de einduitkomst verminderd worden met 27 %.

Bij taxatiewerk zal in den regel geen correctie noodig zijn. Op blz. 186 is aangetoond, dat deze correctie op een eenvoudige wijze kan plaats vinden door eenige willekeurige boomen om den middenboom te cubeeren en als diameter en inhoud aan te nemen de arithmetische gemiddelden dier maten.

Voor wetenschappelijk werk moet echter de correctiefactor uit den Centrumboom worden afgeleid (zie blz. 185).

---

1) De werkelijke fout 1.8 % is hier grooter dan de m. f. (1.3 %) maar is belangrijk minder kan 3 × m. f. = 4 %.

Het oog is een bedriegelijke maat en is het daarom gewenscht een beter houvast aan den taxator te verstrekken.

Hij kan zulks vinden in de verhouding tusschen hoogte en dikte. Ten einde dit quotient te bepalen telt men de dikten van eenige willekeurige boomen om het centrum op en deelt hun som door het aantal. Op overeenkomstige wijze handelt men met de hoogten.

In onderstaand staatje ziet men dat voor het Fijnbosch, Papenmuts, Hoeven en Mastbosch 24f en 24b vrijwel dezelfde quotienten werden gevonden (73— 75— 67— 70 en 64). Daarentegen weken die voor het Afgebrande bosch sterk af (46).

Helaas zijn de quotienten niet te gebruiken om de reductiefactoren te berekenen. Ze kunnen alleen als verklikkers dienst doen voor het aanwezig zijn van gevaar, maar niet de grootte van het gevaar aangeven.

Men zou vinden voor het Afgebrande bosch 73 : 46 = 100 : x x = —37 % en het Mastbosch 24b 73 : 64 = 100 : x x = 88 = —12 %, terwijl feitelijk respectievelijk 27 % moet worden afgetrokken en 2 % bijgeteld.

Had men nagegaan de waarde voor $\frac{H}{D}$ in het Fijnbosch voor boomen, die ongeveer 34,4 c.M. dik zijn, dan had men gevonden voor D gem. 34,4 voor H gem. 21.53 dus $\frac{H}{D} = \frac{21.53}{34.4} = 63$ en voor $\frac{V}{D} = 12,8 = \pm 13$, terwijl bij het Mastbosch 24b $\frac{H}{D} = 64$ en $\frac{V}{D} = 13$ is. Op grond van de waarden voor $\frac{H}{D}$ zou men dan terecht concludeeren, dat de taxator geen reductie behoeft toe te passen.

	$\overline{D}$	$\overline{H}$	$\frac{H}{D}$	$\overline{V}$	$\frac{V}{D}$	n	CORRECTIEFACTOR IN EEN BREUK UITGEDRUKT	CORRECTIEFACTOR IN %
Fijnbosch	27.9	2031	73	454	16	20	1	0
Afgebr. B.	27.9	1279	46	521	19	20	397/545	—27
Hoeven + Zuidb.	31.5	2114	67	446	14	20	568/582	—3,3
Papenmuts	26.1	1952	75	463	18	11	1	0
Mastb. 24f	28.7	1995	70	462	16	10	1	0
„ 24b	34.4	2184	64	447	13	8	861/846	+ 2%

Interessant is het na te gaan, waaraan de wisselende waarde van $\frac{H}{D}$ zijn te wijten.

Flury schrijft op blz. 238 van zijn Ertragstafeln für die Fichte und Buche der Schweiz (IX Band van de Mitt. Schweiz. forst. Versuchswesen):

„Der Quotient fällt im Allgemeinen bei gleicher Höhe mit „sinkender Bonität, weil D entsprechend steigt. Dieses im „grossen zutreffende Verhalten zeigt jedoch mancherlei Schwan- „kungen und Übergänge bei den einzelnen Beständen, weshalb „es gewagt wäre, hieraus ein sicheres Merkmal, eine Ausgangs- „basis für die Bonitierung zu wählen, wie dies von Wimmenauer „geschehen ist."

Overziet men het op blz. 226 voorkomende lijstje dan is men het in deze met Flury eens.

BONITEIT.

H	I	II	III	IV	V
10	112	114	115	117	121
18	103	104	104	101	95
20	103	103	101	97	

Voor 10 Meter dus steeds stijgende cijfers, voor 18 M. eerst stijgend dan dalende en voor 20 M. steeds dalende cijfers.

Er is dus geen regel te stellen.

Wij voor ons vermoeden, dat behalve de boniteit de sluitingsgraad invloed uitoefent op het quotient.

De breuk $\frac{V}{D}$ d.w.z. vormgetal gedeeld door diameter is niet beter te gebruiken als verklikker, maar heeft bovendien het nadeel, dat zijn teller niet gemakkelijk is vast te stellen.

Blijkt het dat $\frac{H}{D}$ sterk afwijkt van $\frac{H}{D}$ van het tafeltje dan moet men bij taxatiewek correctie toepassen en geschiedt dit het eenvoudigst door van de boomen, waarvan men de hoogte mat ook nog het vormquotient te bepalen. Vermoedelijk kan zulks, zooals reeds tevoren opgemerkt, met voldoenden graad van nauwkeurigheid geschieden met hulp van een Sylvimetre.

Uit Schwappach: Formzahlen und Massentafeln für die Kiefer p. 3 mag men afleiden, dat van even hooge boomen de dikkere stammen een lager spilvormgetal bezitten dan de dunnere en bij een bepaalde zelfde dikte de hoogere stammen een lager vormgetal hebben dan de kleinere.

Men kan dus populair zich uitdrukken door te zeggen, dat de meerdere lengtegroei is geschied ten koste van het spilvormgetal.

Dikte 21—25 c.M.	H =	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	V =	500	496	492	487	484	480	476	472	468
	H =	21	22	23	24	25	26	27	28	
	V =	465	461	458	454	451	448	444	441	

Hoogte 16 M.						
	Dikte	6—10	11—15	16—20	21—25	26—30
	V	500	493	490	484	475
	Dikte	31—35	36—40			
	V	463	450			

Er bestaat ergo een zeker streven naar gelijke cylinder hoogte bij even dikke stammen.

Dikte 21—25 c.M.	Cylinderhoogte = H × V.									
	6,	6,4	6,9	7,3	7,7	8,2	8,6	9,	9,4	9,8
	10,1	10,5	10,9	11,3	11,6	12,0	12,3			

Waar de hoogten opklimmen met 1 Meter stijgen de cylinderhoogten slechts 0,4 Meter.

Men heeft echter niet veel aan deze waarheid, daar zij alleen voor gemiddelden geldt en de E_o's (de schommelingen) niet bekend zijn.

Was de cylinderhoogte voor boomen van gelijke dikte steeds dezelfde dan zou geen correctie noodig zijn. Theoretisch is de hoogte een duidelijker verklikker dan de cylinderhoogte, daar de laatste als het ware als een gedeeltelijk vereffende hoogte is aan te merken. Daar echter niet steeds een groote hoogte met een laag spilhoutvormgetal gepaard gaat, kan de verklikker dus wel eens onnoodig ons aansporen de reductiefactor te gaan bepalen en omgekeerd kan zich ook het geval voordoen, dat de verklikker ons ten onrechte noopt van de reductie af te zien.

HOE GROOT IS DE INVLOED VAN S OP DE INHOUDEN?

Hoe verder de boomen van den centrumboom verwijderd zijn, des te meer zullen hunne inhouden onderling gaan afwijken bij verschillende s. Die afwijking zal naar rato grooter zijn bij de boomen, die sterker zijn dan bij boomen, die dunner zijn dan de centrumboom. In procenten uitgedrukt kan evenwel de afwijking voor zwakke boomen grooter zijn.

Uit onderstaande lijstjes blijkt, dat een boom van 12 c.M. diameter een inhoud heeft van 88 d.M³. bij s = 2,20. Is s = 2,17 dan wordt de inhoud 90 d.M³. dus een verschil van 2 d.M³. = 2,3 %. Voor een boom van 44 c.M. heeft men voor

s = 2,20 I = 1530 d.M³.
s = 2,17 I = 1510 d.M³.

verschil 20 d.M³.

d.i. 1,3 %.

D. IN cM.	s = 2.00	2.10	2.20	2.30	2.40
			Inhoud		
12	104	96	88	81	74
16	185	175	165	156	147
20	290	280	270	261	252
24	417	410	403	397	390
28	568	567	566	565	565
32	741	750	759	769	778
36	938	961	984	1008	1032
40	1158	1196	1241	1284	1329
44	1401	1464	1530	1599	1671
48	1668	1758	1853	1953	2059
52	1957	2080	2210	2348	2495

Gemiddelde D = 28,4
„ I = 582

GEINTERPOLEERD UIT BOVENSTAANDE.

D.	s = 2.17	2.18	2.19	2.20	2.21	2.22	2.23
		Inhoud					
12	90	90	89	88	87	87	86
16	168	167	166	165	164	163	162
20	273	272	271	270	269	268	267
24	405	404	404	403	402	402	401
28	566	566	566	566	566	566	566
32	756	757	758	759	760	761	762
36	977	979	982	984	987	990	992
40	1227	1232	1236	1241	1245	1250	1254
44	1510	1517	1523	1530	1537	1544	1551
48	1824	1834	1843	1853	1863	1873	1883
52	2171	2184	2197	2210	2224	2238	2251

Er vindt dus compensatie plaats, want het eerste verschil is positief en het 2e negatief, m.a.w. werkt men met een tafeltje dat gemaakt is voor s = 2,20 en zou in casu s = 2,17 zijn, dan brengt men de dunne boomen voor te weinig en de dikke voor teveel te rekening.

Voor het geval dat s = 2,23 was, zouden de boomen van 12 c.M. 2 d.M^3. = 2,3 % te veel krijgen en de boomen van 44 c.M. 21 d.M^3. d.i. 1,3 % te weinig krijgen.

Zooals men uit de voor den Nederlandschen groven den gevonden waarden

s = 2,23 Afgebrande bosch, zeer abnormaal.
s = 2,21 Hoeven en Zuiderbosch,
s = 2,20 Fijnbosch,
s = 2,21 Zandbosch,

ziet, verschilt de s zeer weinig en is dus de bovenstaande veronderstelling, dat de s zou verschillen 0,03 wel wat overdreven. Waar het ons te doen is om zoo zuiver mogelijk de aanwas in

een bepaalden opstand te constateeren, wordt de fout, die ontstaat, doordat de aangenomen s niet geheel in overeenstemming is met de werkelijke s nog weer van minder beteekenis, want op het verschil in voorraad maken kleine verschillen in de juiste massa weinig uit, wanneer die verschillen althans in dezelfde richting zijn.

HOE BEPAALT MEN NU DEN AANWAS VAN EEN DENNEN-OPSTAND MET HULP VAN DE GEVONDEN GEGEVENS?

De boomen worden over het kruis in c.M. op het proefvlak geklemd, nadat ze eerst genummerd zijn met hulp van stalen of caoutchouc stempels en de plaatsen waar de klem is aangelegd tevens zijn gemerkt. Het proefvlak wordt in quadraten van 5 bij 5 M. verdeeld en op een kaartje aangegeven in welk vak elke boom valt.

Wordt nu tusschentijds een boom verwijderd en verzuimd daarvan bericht op te zenden aan den onderzoeker, dan hindert dat niet veel. Elke 2 à 3 jaar worden alle boomen op het proefvlak nadat eerst de grenssloten, heuvels en nummers zijn bijgewerkt, wederom op dezelfde plaats herklemd.

Men kan dus aanstonds constateeren, waar een ontbrekende boom heeft gestaan en uit den nog aanwezigen stronk wel afleiden of de boom 1, 2 of 3 jaren geleden is verwijderd. In het laatste geval moet bij zijn vroegeren inhoud worden opgeteld 3 jaar aanwas, wiens grootte later wordt gevonden en voorloopig bij benadering kan worden aangenomen.

5 jaar na de eerste opname worden de 10 proefboomen, die gediend hebben voor berekening van den correctiefactor opnieuw beklommen en volgens de sectiemethode gecubeerd.

Men kan nu op dubbele wijze den aanwas in de 5-jarige periode berekenen en wel uit de 10 proefboomen en uit de totale inhouden volgens het tafeltje bij het begin en bij het einde van de periode, daarbij rekening houdende met de correctiefactoren en met den inhoud der verwijderde boomen.

Verschilt het aanwas-procent langs beide wegen berekend weinig, dan kan men het arithmetisch midden als het ware aannemen. Loopen daarentegen de uitkomsten veel uiteen, dan doet men, zoo men de reden van dit verschil niet kan opsporen en in rekening brengen, beter ze uit te schakelen. Veranderde de reductiefactor niet dan zou het werk veel vereenvoudigd worden en zou het aan het begin en aan het einde van de periode overbodig zijn, weer den correctiefactor te bepalen. Men zou dan

kunnen volstaan met een nauwkeurige klemming aan het begin en aan het einde van de proefperiode.

Een kleine wijziging echter van den reductiefactor heeft een grooten invloed op den berekenden aanwas.

Stel men vindt met hulp van een tafeltje aan het begin van de periode 400 en aan het einde 420 M^3, terwijl tusschentijds niet gedund is, dan is de aanwas 20 M^3. Neemt men nu in aanmerking, dat de reductiefactor aan het begin was 1 en aan het einde 0,99, dan wordt de aanwas $420 \times 0{,}99 - 400 \times 1 =$ 15,8 M^3.

Op grond van deze berekening kan men gemakkelijk inzien, dat er niet veel van terecht komt, wanneer men de houtmassa à la Robert Hartig berekent aan het begin en aan het einde van de periode door telkens een 5 tal proefboomen te vellen en te cubeeren. Het toeval speelt daarbij een veel te groote rol. Verklaarbaar is het, dat, wanneer de eerste maal toevallig als representanten zijn genomen 5 zware en de 2e maal 5 boomen die minder inhoud hebben dan de gemiddelde uit de klasse, die zij representeeren, de berekende aanwas negatief is.

Zooals reeds vroeger gereleveerd zal het onmogelijk zijn, de aanwas in een periode van minder dan 5 jaar betrouwbaar te berekenen. Het berekenen van den aanwas van een enkelen boom is ondoenlijk; de meetmethodes zijn daarvoor niet zuiver genoeg. Wanneer men een boom over het kruis geklemd heeft en men herhaalt dit, dan krijgt men zelden volkomen hetzelfde gemiddelde. Meestal is er een verschil van een paar m.M. Wordt de meting eerst na verloop van eenige jaren herhaald, dan kan bovendien door het afvallen van schorsdeeltjes, de diameter afnemen.

In het Mastbosch 24 f werd de klemming na 2 jaar herhaald. Van de 180 boomen waren er 4 stuks quasi dunner geworden, 6 stuks waren in dikte niet toegenomen. Van de resteerende mag veilig worden aangenomen, dat de doorsnede aanwas niet steeds juist is gemeten en er vele zijn, waarvan de werkelijke maat beneden of boven de gemeten is. Aan de totale cirkelvlakteaanwas, zijnde in het onderhavig geval in 2 jaar tijds 5467 c.M^2. d.i. 3,3 % per jaar, kan wel waarde worden toegekend, want daarbij mag verondersteld worden, dat de toevallige fouten elkaar min of meer opheffen.

In het Mastbosch 24b werd de klemming ook na 2 jaar herhaald. Van de 97 boomen waren er 15 dunner geworden en 5 niet toegenomen. De aanwas in cirkelvlakte in 2 jaar was 2113 c.M^2. = 1,4 % per jaar.

Daar de aanwas in proefvlak 24 b belangrijk minder is dan in

24 f (respectievelijk 1,4 en 3,3 %) is de kans, dat er quasi boomen, wat dikte aangaat, inkrimpen grooter in het proefvlak 24 b dan in 24 f.

Geheimrat Schwappach was zoo vriendelijk ons een afschrift te geven van de details zijner proefvlakken, die gediend hebben voor de samenstelling zijner opbrengsttafels voor den groven den.

Voor die welwillendheid wordt hier nogmaals dank betuigd.

Er kon gebruik gemaakt worden van 43 proefvlakken, opgenomen in 1889, waarvan er 36 in 1896 hermeten zijn.

De opstanden werden gecubeerd met het tafeltje van het Fijnbosch bij Breda.

In 1889 bleek de gemiddelde reductiefactor van 36 proefvlakken te zijn geweest 0,989 ± 0,022, terwijl de m.f. per gewichtseenheid was 0,136.

Wat hier te voren op blz. 206 als vermoeden is uitgesproken (bij taxatiewerk zal in den regel geen correctie noodig zijn) wordt dus volkomen bevestigd, hoewel bij de samenstelling van ons tafeltje alleen van Nederlandsche boomen werd uitgegaan en het dus verklaarbaar zou zijn geweest, dat het voor Duitschland geen dienst kon doen.

Zonder het meten van hoogten of het bepalen van vormgetallen is men met de eenvoudige methode tot een resultaat gekomen, dat slechts 1 % verschilt van dat wat in Duitschland verkregen werd op grond van het vellen van talrijke proefboomen.

Voor een enkele opstand kan echter de fout 13½ % bedragen en doet men daarom goed, zoo men prijs stelt op nauwkeuriger uitkomst, den reductiefactor te bepalen en in rekening te brengen.

Vergelijkt men de m.f. (13½ %) per gewichtseenheid met die, welke op blz. 115 werd afgeleid uit de onderzoekingen van Prof. Dr. Borgmann, zijnde 20,4 % en ook de totale fouten zijnde respectievelijk —1 % en —4 %, dan maakt de nieuwe methode geen slechten indruk.

Eigenaardig is het, dat in 1896 bij de hermeting der 36 proefvlakken de reductiefactor was gestegen en wel van 0,989 ± 0.022 tot 1,090 ± 0.020, dus nagenoeg met 10 %.

Terwijl dus in 1889 de onderzochte dennen in Duitschland met de Nederlandsche goed overeenstemden, kregen in 1896 de eerste, wat „Vollholzigkeit" betreft, een voorsprong van 10 %.

Bij berekening van dit cijfer door vergelijking van elken opstand afzonderlijk werd gevonden 10,4 % met een m.f. van 6,65 % dus men kan wel is waar niet met absolute zekerheid (3 × m.f.) beweren, dat de reductiefactor is toegenomen, maar

volgens de W.R. mag men wel aannemen, dat zulks op 7 van de 8 proefvlakken het geval is.

Niet onwaarschijnlijk is het, dat de toename van den reductiefactor verband houdt met de moderne inzichten betreffende het dunningsvraagstuk.

In navolging van Denemarken is men in Duitschland veelal er toe overgegaan een sterkeren graad van dunning toe te passen.

Ook is het mogelijk, dat bij het ouder worden der boomen de reductiefactor toeneemt. Ten einde zulks te onderzoeken werden de reductiefactoren van 82 proefvlakken gerangschikt volgens leeftijd. Het resultaat volgt hieronder.

LEEFTIJD	REDUCTIE-FACTOR	E_o	AANTAL PROEF-VLAKKEN
bened. 60 jaar	0.924	0.145	20
60—79	1.045	0.122	29
80—99	1.057	0.125	25
boven 99....	1.170	0.114	8

Het aantal onderzoekingen is te gering om met groote zekerheid iets te constateeren, maar het vermoeden is gewettigd, dat de reductiefactor bij het ouder worden van de bosschen toeneemt.

Huffel komt op blz. 124 van zijne Economie forestiere II tot dezelfde conclusie.

Daar Schwappach zijne opstanden in boniteiten indeelde is het ook mogelijk hunnen invloed na te gaan.

	1889			1896		
BONITEIT	RED. FACTOR	E_o	AANTAL PROEF-VLAKKEN	RED. FACTOR	E_o	AANTAL PROEF-VLAKKEN
I	1.050	0.097	9	1.150	0.055	8
II	1.020	0.137	12	1.109	0.096	10
III	0.904	0.132	10	1.019	0.148	10
IV	0.970	0.185	12	1.065	0.132	11

Op grond van deze cijfers zou het zeer gewaagd zijn te beweren, dat er verband bestaat tusschen boniteit en reductiefactor.

GELDT DE VERHOUDING OOK VOOR ANDERE HOUTSOORTEN?

Op deze vraag kan slechts een afdoende antwoord gegeven worden, wanneer op zijn minst een duizend boomen van een

bepaalde soort volgens de sectiemethode zijn gecubeerd en het materiaal op overeenkomstige wijze is verwerkt als hier te voren voor den groven den werd aangegeven.

Er is geen enkele aanleiding om aan te nemen, dat de verhoudingswet niet voor andere houtsoorten zou bestaan, ook al zal het wellicht blijken, dat elke species zijn eigen s heeft.

Enkele onderzoekingen op kleine schaal wettigen de veronderstelling, dat de groeiverhoudingswet een algemeene geldigheid bezit.

Op blz. 124 van Huffel Economie forestière II komt een graphische voorstelling voor betreffende den inhoud van zilverdennen (Sapin) in de Beneden Vogezen.

Op grond van een graphische voorstelling hunner logarithmische waarden werd gevonden $s = 2{,}30$.

Bij 34 grove dennen, waarvan de spilhoutmassa door Böhmerle in het Centrallblatt für das gesammte Forstwesen Nov. 1898 p. 472 werd medegedeeld, vond men hier $s = 2{,}01$.

In de publicatie van Prof. Dr. Speidel „Beiträge zu den Wuchsgesetzen des Hochwaldes und zur Durchforstungslehre" zijn op blz. 20 de inhouden opgegeven van een 20 sparren. De daaruit berekende $s = 2{,}47$.

Aan de hier geciteerde waarden voor s is slechts geringe beteekenis toe te kennen daar het aantal boomen, dat op de berekening invloed uitoefende, te gering is.

Men mag echter concludeeren, dat de s ligt tusschen 2 en 2,5 en nooit in de nabijheid van 4 is, zooals theoretisch werd afgeleid (zie blz. 187).

Ons inziens heeft het meer theoretische dan praktische waarde na te gaan, hoe groot de s is voor loofhout. Er mag toch aangenomen worden, dat de spilinhouden van loofhout boomen van eenzelfde dikte veel sterker uiteenloopen dan bij naaldhout het geval is. Daardoor zal E_o van nature groot zijn en er dus gevaar bestaan een belangrijke fout te begaan, wanneer men te doen heeft met een klein proefvlak, waarop uit den aard der zaak de verschillende afwijkingen niet voldoende zijn representeerd.

GELDT DE VERHOUDINGSWET OOK VOOR DEN GROVEN DEN BUITEN NEDERLAND?

Onze onderzoekingen golden speciaal voor Nederland. Het ligt voor de hand, dat de schommelingen geringer zijn naarmate de groeivoorwaarden der onderzochte boomen minder afwijken.

Voor 25 boomen staande in de houtvesterij Cladow (Reg. bezirk Frankfurt Ord. Nr. 4 tab. I Wachsthum und Ertrag normaler Kiefernbestände 1889) werd voor s gevonden 2,20.

Voor 25 boomen staande in de houtvesterij Glinke (Reg. bezirk Bromberg Ord. Nr. 102 1889) bleek s = 2,30 te zijn.

Hier zij nog opgemerkt, dat voor het berekenen van s een 25-tal boomen onvoldoende is om een betrouwbare uitkomst op te leveren.

KAN MEN MET ÉÉN TAFELTJE VOOR DEN GROVEN DEN IN NEDERLAND VOLSTAAN?

Bij het Zandbosch (Ede) bestaande uit dennetjes, waarvan de diameter op borsthoogte varieert tusschen 2,6 en 9,0 c.M. werd *s* gevonden 2,21 dus evenveel als voor het Zuiderbosch (Ede), waarvan de stammen in dikte varieerden tusschen 16 en 60 c.M., maar terwijl X uit de normaal vergelijking in het eerste bosch was —0,610 was deze voor dit laatste bosch —0,456, dus een belangrijk verschil, m.a.w. in de graphische logarithmische voorstelling zullen de inhoudslijnen nagenoeg evenwijdig loopen, maar de lijn van het Zandbosch ligt lager dan die van het Zuiderbosch.

Met het ouder worden der boomen schijnt, zooals op blz. 214 is aangetoond, de vorm wel degelijk te veranderen, ook al blijft de onderlinge vormverhouding (s) dezelfde.

Wanneer men dus het tafeltje van het Zuiderbosch gebruikt om daaruit den inhoud te berekenen van dennenboomen, zooals die in het Zandbosch voorkomen, dan zal daarbij steeds met een hoogen reductie factor moeten gewerkt worden.

Berekent men uit de gegevens van het Zuiderbosch de inhoud van een boom, die in dikte overeenstemt met die van het Zandbosch, dan vindt men 12,2 d.M³. Gebruikt men de gegevens van het Fijnbosch dan vindt men 11,6 d.M³. terwijl voor het Zandbosch gevonden werd 8,3 d.M³. De reductiefactor zou dus zijn respectievelijk 0,71 en 0,68.

Het ligt voor de hand, dat men liever in het bezit is van een tafeltje, dat zich zoo veel mogelijk aansluit aan de werkelijkheid en waarbij men in gevallen, waarin geen groote graad van nauwkeurigheid wordt verlangd, de reductiefactor kan worden ontbeerd.

Op grond van het voorafgaande zouden wij *voorloopig* aannemen, dat met 4 tafeltjes voor den groven den in Nederland kan worden volstaan en wel

	gemidd. diameter c.M.	grenzen c.M.
I	10	0—20
II	30	20—40
III	60	40—80
IV	100	80—120

Wij vleien ons met de hoop, dat onze onderzoekingen den weg hebben gebaand voor een eenvoudige methode van opnemen in de practijk, maar ook dat wij een methode gevonden hebben voor het nauwkeurig cubeeren van opstanden, waar het wetenschappelijke proeven geldt.

Waar wij slechts met een 2000 boomen van één soort hebben gewerkt, is het gewenscht, dat het boschbouwproefstation het onderzoek op groote schaal in verschillende richtingen voortzet en daardoor de eventueele noodig gebleken verbeteringen kunnen worden aangebracht.

Wij willen deze publicatie niet eindigen alvorens een woord van warmen dank uit te spreken voor de krachtdadige hulp, die ons verleend werd door onzen assistent den Heer A. H. L. Bähler en onzen amanuensis 1e klasse den heer K. Bosman.

Zij hebben niet alleen honderde boomen voor de metingen met gevaar voor hun lichaam beklommen, maar ook de laatste heeft met volle belangstelling de afleiding der formules gevolgd, teneinde ze consencieus te kunnen toepassen.

———

RÉSUMÉ.

pag.
110 De student in den Boschbouw aan een Hoogeschool moet niet alleen een zekere dosis feitenkennis worden bijgebracht, maar hij moet leeren zelfstandig waar te nemen en zelfstandig te oordeelen.
110 Aan vele gepubliceerde cijfers betreffende bovengenoemd vak is geen groote waarde toe te kennen.
113 De terwille van het onderwijs en de wetenschap op zeer ruime schaal gedurende 1898—1908 te Eberswalde verrichte houtmetingen zijn onbruikbaar voor het beoordeelen van den aanwas, want deze bleek op grond van de gevonden uitkomsten *negatief* te zijn!
114 Het is te betreuren, dat er bij de houtmeetkunde zelden of nooit gebruik wordt gemaakt van de waarschijnlijkheidsrekening, want juist bij den boschbouw is dat vak bij het maken van conclusiën zelden te ontberen.
121 De Inspecteur van het Boschwezen Biolley wil de verbetering van den boschtoestand o.a. constateeren door van periode tot periode de verhouding tusschen de Sylve en de Kub. Meter na te gaan.

De Sylve is de inhoudsmaat, die bij het samenstellen van zijn tafel (Barème) werd aangenomen.

Stemt deze overeen met de werkelijke inhoud, uitgedrukt in M³. dan is de reductiefactor 1.

Neemt nu in den loop der jaren na rato boven de boom in dikte meer toe dan beneden, dan zal de reductiefactor stijgen.
123 De gemiddelde reductiefactoren voor het bosch Boveresse bleken te zijn:

aan het einde van de 1e zesjarigen periode 0,918 ± 0,034
idem einde 2e periode 0,850 ± 0,021
„ „ 3e „ 0,817 ± 0,048
„ „ 4e „ 0,859 ± 0,021

126 Oppervlakkig zou men dus concludeeren, dat de stamvorm in de 24 jaar er op achteruit is gegaan, en dat dus het streven van Biolley een negatief resultaat heeft gehad. In verband met de midd. fouten op het arithmetisch midden, staat dit feit echter niet vast.

pag.

Van verbetering echter is geen sprake.

128 De m. f. op de Sylve is veel te groot om die maat te kunnen gebruiken voor het beoordeelen van geringe schommelingen in den aanwas, en wil Biolley juist op grond van den aanwas het bedrijf regelen. Ook in deze aangelegenheid is zijn compas dus onbetrouwbaar.

136 De methode Kunze voor het kubeeren van grove dennen maakt het mogelijk dat een m. f. van 6 % wordt gemaakt (Cf errata). Zij kan dus bij nauwkeurige onderzoekingen de sectiemethode niet vervangen. Voor ander werk is zij echter zeer goed bruikbaar en wint zij het van de vormgetalmethode.

145 Het mathematisch bewijs, dat Prof. Dr. Metzger gaf voor zijn stelling, „de boomen zijn, wat het benedenste gedeelte betreft, gebouwd als zuilen van gelijken weerstand'' is niet steekhoudend.

150 De tabellen van Prof. Jonson, die gebaseerd zijn op de stelling van Metzger, kunnen dan ook niet de sectiemethode bij exact werk vervangen.

151 Bij den groven den in Nederland doet men voor nauwkeurig werk het best de boomen met het klimapparaat van Zehnpfund, volgens de sectiemethode te laten opmeten.

153 Ook langs dezen weg is het echter ondoenlijk de aanwas van één jaar te bepalen.

154 Op zijn minst zal men de periode, 5 jaar moeten nemen en moeten werken met het gemiddelde van meerdere boomen.

155 Met de methode Prytz kan men gebruikmakende van de frequentie kromme wel *ten naaste bij* de verhouding in dikte vinden, maar klemmen van alle boomen is voor het beoogde doel te prefereeren.

159 Aangezien het te tijdroovend zou zijn alle boomen van een opstand te meten, werkt men gewoonlijk met modelboomen, maar kunnen daarbij door minder goede keuze belangrijke fouten ontstaan.

161 Geheimrat Schwappach kon bij een revisie slecht 212 proefvlakken van de 396 door Oberforstmeister Weise uitgezette gebruiken.

163 In Wageningen werden de correlatiefactoren tusschen de verschillende elementen van de houtmassa uitgerekend en graphisch hun onderling verband geconstateerd. Veelal bleek de correlatiefactor zoo gering te zijn, dat het raadzaam geacht werd de verhouding tusschen de betrokken factoren maar niet uit te rekenen. Grafiek no. 4 t/m. 12.

173 Opvallend daarentegen was de vaste verhouding tusschen diameter en massa (grafiek Nr. 13 en Nr. 14).

175 Nog meer naderde de correlatiefactoren 1, wanneer men

pag.

werkte met de logarithmen der diameters en der massa's (grafiek Nr. 15 en 16).

178 Raadzaam is het, dat de boschbouwers het voorbeeld der astronomen en geodeeten volgen en bij exacte onderzoekingen de waarschijnlijkheidsrekening gebruiken.

179 *Op grond van de met hulp van de normaalvergelijkingen berekende coëfficienten kan de volgende samenlevingswet voor den groven den in Nederland worden opgesteld.*

Tusschen spilinhouden van pijnboomen, die in een bosch samen opgroeien en nagenoeg even oud zijn, bestaat een vaste verhouding. Ze verhouden zich als de 2,21e machten der diameters.

Van deze gevonden waarheid kan zoowel voor het grove werk als voor de nauwkeurige opmeting van opstanden voordeel worden getrokken.

181 Bij taxatorisch werk kan de massa door een boschwachtersleerling met hulp van een inhouds-tabelletje in weinig tijd worden berekend. Hoogte meting en bepalen van vormgetal worden daarbij overbodig.

Bij wetenschappelijke onderzoekingen kan men gebruik maken van de eenmaal gevonden verhouding en behoeft, die niet meer telkens met hulp van proefboomen op een weinig betrouwbare wijze te worden nagegaan.

Men moet voor nauwkeurig werk steeds den correctiefactor bepalen. Men cubeert voor dat doel eenige boomen, ongeveer even dik als de middenboom van den opstand, telt hunne dikten en massa's op ter bepaling van de gemiddelde dikte en de daarmede correspondeerende massa.

187 Die uitkomst vergelijkt men met de geinterpoleerde waarde uit het tafeltje. Voor het Papenmuts proefperk vond men b.v. als gemiddelde inhoud bij 24,5 c.M. gemiddelde dikte 429 d.M^3. bij interpolatie uit het tafeltje Fijnbosch 423 d.M^3.

De correlatiefactor is ergo $\frac{429}{423}$.

Heeft men dus het Papenmuts gecubeerd met het Fijnboschtafeltje, dan moet de einduitkomst vermenigvuldigd worden met $\frac{429}{423}$.

Bij grof werk kan die vermenigvuldiging, aangezien de breuk nagenoeg 1 is, achterwege blijven.

188 Theoretisch is aan te toonen, dat de inhouden van grove dennen zich verhouden als de 4e machten der diameters.

188 In de werkelijkheid bleek zulks te zijn de 2,21e macht. Ook hieruit ziet men alweer, hoe noodzakelijk het is door waarneming buiten na te gaan of de praemisen, die men op het katheder aanneemt, wel juist zijn.

pag.

190 De groeiverhoudingswet kan dienst doen om de „mittlere Beschaffenheit" van proefboomen te controleeren.

De schommelingen om den gemiddelden inhoud der boomen (deviatie's) in de diverse groepen bleken in het Fijnbosch in procenten beter overeen te stemmen dan in absoluten maat.

197 Berekent men de middelbare fout per gewichtseenheid uit de, volgens een rechte lijn vereffende massa's, dan vindt men daarvoor 33½ % en idem volgens de log.lijn gemiddeld ± 9 %, terwijl in werkelijkheid gevonden is ± 10½ % dus een zeer bevredigende overeenstemming.

197 Bij de berekening van de m.f. volgens de log.lijn hebben daarop alle boomen invloed uitgeoefend, terwijl bij het berekening van de deviatie in de werkelijkheid veelal het aantal boomen in een groep te klein was om daaruit E_o met voldoende zekerheid af te leiden.

198 Na de log.vereffening zijn de fouten belangrijk verminderd.

203 Bij toepassing van het lijstje op 2553 boomen staande in het Fijnbosch werden zeer geringe groepenafwijkingen gevonden.

206 Met 40 proefboomen werd met de methode Baur-Urich een theoretische fout van 1,3 % en een verschil met onze wijze van berekening van 1,8 % gevonden.

Deze uitkomst is, het groot aantal proefboomen in aanmerking nemende, niet bevredigend voor de methode Baur-Urich.

207 De verhouding tusschen hoogte en dikte kan als grove verklikker bij het beantwoorden van de vraag, is correctie noodig of niet, worden gebruikt.

210 Verandering van s heeft betrekkelijk weinig invloed op het tafeltje, daar de afwijkingen elkaar gedeeltelijk compenseeren.

211 De aanwas op een proefvlak is dubbel te berekenen. 1e uit de niet gevelde proefboomen, die aan het begin en aan het einde van b.v. een 5-jarigen periode met de sectiemethode worden gecubeerd en 2e door klemming van alle stammen, die daarna gecubeerd worden met hulp van het tafeltje en den correctiefactor.

212 De aanwas van een enkelen stam te bepalen, of van een vrij groot aantal (b.v. 100 stuks) in een korte periode (b.v. 2 jaar) is ondoenlijk, want ook bij nauwkeurige klemming en registreering neemt schijnbaar de middellijn van enkele stammen af.

213 Door toepassing van ons tafeltje, dus zonder hoogte of vormgetal na te gaan, werd voor 36 proefvlakken van Geheimrat Schwappach een verschil van gemiddeld 1 % gevonden. De m. f. voor een enkel perk was 13½ %.

215 Voor den zilverden in de Beneden Vogezen werd gevonden s = 2,30; voor Oostenrijksche grove dennen s = 2,01; voor sparren 2,47.

pag.

215 Deze cijfers hebben slechts een betrekkelijke waarde, aangezien het aantal boomen, waaruit ze berekend zijn gering is.

Het vermoeden mag uitgesproken worden, dat hun werkelijke s niet veel afwijkt van die, gevonden voor den groven den in Nederland.

216 Voor 25 grove dennen staande in de Houtvesterij Cladow (Frankfurt) werd gevonden 2,20 en voor 25 idem in de houtvesterij Glinke Bromberg 2,30.

216 Een nader onderzoek zal moeten uitmaken of met één tafeltje voor den groven den kan worden volstaan.

UEBERSICHT.

Es ist sehr erwünscht, dass bei der Holzmesskunde algemein die Wahrscheinlichkeitsrechnung, die bei der Astronomie und Geodäsie Vorzügliches geleistet hat, ebenfalls angewendet wird.

Viel unnötige Arbeit wird dadurch erspart werden können, aber man erhält zugleich durch Benutzung der Ausgleichungsrechnung einen unbedingt nötigen Einblick in die Zuverlässigkeit der angewandten Methode.

An verschiedenen Beispielen ist dieser Satz zuvor demonstrirt.

Bei Untersuchungen in einigen jüngeren und älteren Kiefernbeständen in Holland, stellte es sich heraus, dass in ein und demselben Bestand von gleichaltrigen Bäumen z.B. zwischen Höhe und Schaftformzahl ein sehr wenig konstantes Verhältniss besteht.

Auf Figur Nr. 9 wird es schwer fallen eine graphische Ausgleichung zu machen.

Fällt man in solch einem Bestand Probestämme, dann muss die Anzahl schon sehr bedeutend sein, wenn man denselben einen arithmetischen Mittel-Wert beilegen dürfte. Haut man nur eine kleinere Anzahl um, dann macht man grosse Fehler durch die Annahme, dass die sogenannten Probebäume auch wirklich Probebäume sind.

Auffallend ist die grosse Korrelation zwischen Durchmesser und Masse. Besonders tritt dies hervor, wenn man ihre Logarithmen graphisch aufträgt. (Figur Nr. 15 und Nr. 16).

Noch schärfer wird das Verhältniss aufgedeckt, wenn man die betreffenden Konstanten mit Hilfe der Normalgleichungen ausrechnet.

Diesen Weg entlang wurde folgender merkwürdige Satz gefunden:

Zwischen der Schaftmasse von Kiefern aus einem gleichaltrigen Bestand besteht ein festes Verhältniss. Sie verhalten sich wie die 2,21sten Potenzen ihrer Durchmesser.

Mit Hülfe einer einfachen Tabelle wird es möglich sein, gleich die Massa auf zu schlagen, wenn Anzahl und Durchmesser der Bäume bekannt sind. Beispiel Seite 199 Ermittlung von Höhe und Formzahlen wird überflüssig.

Im Durchschnitt von mehreren Beständen wird man mit dieser Methode bei taxatorischen Arbeiten genügend genaue Resultate erzielen.

Will man genauer für einen einzelnen Bestand die Masse kennen, dann ist es nötig circa 10 Bäume, die ungefähr den mittleren Durchmesser besitzen sectionsweise zu kubieren und daraus den arithmetisch mittleren Durchmesser und die Masse zu berechnen. Durch Division des gefundenen Werts und die damit aus der Tabelle übereinstimmende Masse erhält man den Korrektion-Faktor, womit die nach der Tabelle gefundene Gesammtmasse am Schluss der Arbeit zu multipliziren ist.

Will man den Zuwachs eines Bestandes ermitteln, dann ist es erwünscht, beim Anfang der Periode etwa 10 Bäume genau zu kubieren, ohne dieselben um zu hauen. Zu Ende der Periode werden dieselben Bäume wieder kubiert und ebenso ihr Korrektionsfactor bestimmt. Die Differenz der Masse muss übereinstimmen mit derjenigen, die man findet durch Anwendung der Tabelle und den Korrektionsfaktoren. Natürlich darf die Masse der während dieser Untersuchungsperiode entfernten Stämme nicht auser Betracht gelassen werden.

Auf diese Weise wird nicht allein der Gesammtzuwachs an Schaftmasse gefunden, doch auch ihre Verteilung auf die verschiedenen Dickesortimente.

Es ist an zu nehmen, dass auch bei anderen Baumsorten ein festes mittleres Verhältniss zwischen Durchmesser und Masse existirt.

Bei Anwendung der Breda'schen (Holland) Tabelle auf 36 deutschen Probeflächen von Herrn Geheimrat Schwappach, betrug die Gesammtdifferenz nur 1 %.

Wageningen, April 1920.

ERRATA.

Op pag. 137 is een fout in geslopen: Het moet als volgt heeten:

Wanneer men in de groep van 20 Meter een boom kubeert met de tabel van Kunze dan zou aan de uitkomst een m.f. kleven van 0.00077 M^3, zoo men zuiver te doen had met de *juiste* modelboom uit de groep.

Neemt men een willekeurige boom uit de groep voor de meting van het vormquotient enz. dan is de gevonden uitkomst behept met een m.f. van 0.063 ($= E_o$) d.i. ongeveer 12 % van het vormgetal.

Bij de 2de opname zou men weer 12 % fout kunnen begaan. De m.f. op het verschil der 2 uitkomsten $\sqrt{12^2 + 12^2} = 15,7$ %.

Het komt er nu maar op aan in hoeverre de taxator de gave bezit een juiste modelboom uit te zoeken, maar bovendien is de E_o, hierboven genoemd, berekend uit de gegevens, die verband hielden met groote ongelijke gewichten en daardoor onzeker.

Op pag. 139 waar met de enkele boomen gewerkt kon worden was $E_o = 0.021$. Aan dit cijfer is hooger waarde toe te kennen dan aan 0.063.

Neemt men $E_o = 0.021$ dan is de m.f. het verschil van 2 uitkomsten ongeveer 6 %.

Ad pag. 145. Voor een juist beoordeelen van de uitkomsten van de 2e formule van Kunze vergeleken met die van de 1ste is het rationeeler tegenover elkaar te plaatsen de groepsfouten.

Groep in meter	Fout in de groep na de vereffening bij toepassing van de	
	eerste formule	tweede formule
5	0.00247	0.00239
10	0.00089	0.00096
15	0.00070	0.00082
20	0.00077	0.00095
25	0.00087	0.00090

Met uitzondering van de groep van 5 Meter zijn de fouten dus iets grooter geworden.

Ad pag. 116. De toegepaste gewichtsmethode levert een E_0 die slechts geldt voor de gewichtseenheid. Daar de meeste waarnemingsvergelijkingen een gewicht hebben grooter dan 1, is feitelijk de m. f. op de gemiddelde afdeeling grooter. Dit wijzigt evenwel de conclusie niet.

Over de betrouwbaarheid der gewichtsmethode bij den boschbouw hopen we spoedig een afzonderlijk artikel te publiceeren.

Pag. 116, 9e regel van onderen, in de afzonderlijke afdeeling was de uitkomst nog absurder moet heeten, in enkele afdeelingen was enz.

Pag. 117, 2dè regel v. onderen, Mitteilunge*r* moet zijn Mitteilunge*n*.

„ 122, 8ste regel v. onderen, constante moet zijn constante*n*.

„ 123, 2de Periode, Aanta. boomen per afdeeling moet zijn Aantal gekapte boomen.

„ 132, 20ste regel v. boven, $\bar{x} = \alpha \; g_1 q_1 + \alpha_2 g_2 q_2 + \alpha_3 g_3 + \ldots\ldots$ (de punten zijn vergeten).

„ 133, 6de regel van onderen, onderling*e* moet zijn onderling.

„ 134, 16de regel van boven, lees $A_1^2 E_1^2 + A_2^2 E_2^2 + \ldots\ldots = [A^2 E^2]$.

„ 134, 12de regel van onderen, $[g\alpha\beta]$ door Q moet zijn door Q_{12}.

„ 137, 3de regel v. o. hieronder moet heeten hierboven.

„ 140, 7de regel van onderen staat O) lees o.

„ 150, 4de regel van onderen, waarmen eene nauwkeurige cubeering noodig heeft de aangewezen methode is, moet heeten *deze* de aangewezen methode is.

Ad pag. 181, 5de regel van boven. Zie pag. 182.

MEDEDEELINGEN
VAN DE
LANDBOUWHOOGESCHOOL
EN VAN DE DAARAAN VERBONDEN INSTITUTEN,

ONDER REDACTIE VAN
DEN SENAAT
DEZER INRICHTING.

SECRETARIS DER REDACTIE:
PROF. DR. J. RITZEMA BOS.

DEEL XVII, AFL. I, II EN III

H. VEENMAN - WAGENINGEN - 1919.

INHOUD.

MEDEDEELINGEN

VAN DE

LANDBOUWHOOGESCHOOL

EN VAN DE DAARAAN VERBONDEN INSTITUTEN,

ONDER REDACTIE VAN
DEN SENAAT
DEZER INRICHTING.

SECRETARIS DER REDACTIE:
PROF. DR. J. RITZEMA BOS.

DEEL XVII AFL. IV EN V.

H. VEENMAN - WAGENINGEN - 1920.